# PowerFlex® 7000 高圧AC ドライブ – 空冷式 (“B” フレーム)

ユーザーズマニュアル
(空冷式 – “B”フレーム)
Bulletin 7000A

ALLEN-BRADLEY • ROCKWELL SOFTWARE

Rockwell Automation

# お客様へのご注意

本装置の設置、構成および操作について、本マニュアルおよび参考資料に記載された資料に目を通してから、本製品の設置、構成、操作、メンテナンスを行なってください。ユーザは適用されるすべての条例、法律、規格要件に加えて、設置、配線指示に熟知している必要があります。

設置、調整、供用開始、使用、組立て、分解、メンテナンスを含めた作業は、適切な実施基準に従って適切な訓練を受けた作業員しか実施しないでください。

本装置を製造メーカの指定した方法以外で使用した場合、装置の保護機能が低下する可能性があります。

Rockwell Automation, Inc. は、いかなる場合も、本機器の使用または適用により発生した間接的または派生的な損害について一切の責任を負いません。

本書で使用した図表やプログラム例は内容を理解しやすくするためのものであり、その結果としての動作を保証するものではありません。個々の用途については数値や条件が変わることが多いため、当社では図表やプログラム例に基づいて実際に使用した場合の結果については責任を負いません。

本書に記載されている情報、回路、機器、装置、ソフトウェアの利用に関して特許上の問題が発生しても、当社は一切責任を負いません。

Rockwell Automation, Inc. の書面による許可なく本書の全部または一部を複製することは禁じられています。

本書を通じて、特定の状況下で起こりうる人体または装置の損傷に対する警告および注意を示します。

| | |
|---|---|
|  | 警告 : 本書の「警告」は、人身傷害または死亡、物的損害、または経済的損失の原因となる可能性がある、危険な環境での爆発を引き起こす可能性のある操作や状況に関する情報を示します。 |
|  | 注意: 本書の「注意」は、人身傷害または死亡、物的損害、または経済的損失の原因となる可能性がある操作や状況に関する情報を示します。危険を示し、危険を防止し、結果を認識する助けとなるよう注意を促します。 |
| 重要 | 本書の「重要」は、製品を正しく使用および理解するために特に重要な事項を示します。 |

装置上、または装置内にあるラベルは、特別な注意事項に関するものです。

| | |
|---|---|
|  | 感電の危険: 危険な電圧が発生する恐れがあることを警告するために、ドライブやモータなどの装置または装置の内部にラベルを貼っています。 |
|  | やけどの危険: 表面が危険な温度に達する恐れがあることを警告するために、ドライブやモータなどの装置または装置の内部にラベルを貼っています。 |
|  | アーク閃光の危険: モータ・コントロール・センタなどの装置上、または装置内にあるラベルは、閃光アークなどが発生する可能性があることを警告します。閃光アークにより、重傷または死亡に至る恐れがあります。適切な保護具 (PPE) を着用してください。作業の安全と保護具 (PPE) に . 必要な規制要件を順守してください。 |

# 目次

## まえがき



## 第 1 章　ドライブの概要



## 第 2 章　ドライブの据付け

## 第 3 章 オペレータインターフェイス

## 第 4 章 試運転調整

# この取扱説明書の使い方

## 目的

この取扱説明書は、高圧と静止型可変速ドライブ装置について十分な知識をお持ちの方を対象としています。ここでは、ドライブの操作、保守およびトラブルシューティングの方法等について説明しています。

## 本書に記載されていない事項

この取扱説明書は「B」フレーム PowerFlex 7000 ドライブに関する一般的な情報を提供するものです。プロジェクトの特注仕様に関する事項は含まれていません。プロジェクトの特注仕様とは次のようなものです。

- お客様のご注文仕様に基づいて作成される外形図と展開接続図(この取扱説明書に示す図面は一般的なもので、図面を見て製品を理解していただくことを目的として掲載しています)。
- お客様のご注文仕様に合わせて取りまとめられた予備品リスト(この取扱説明書では利用する可能性があるパーツの一般的なリストと、それらのパーツの特性、および機能について取り上げています)。

上記の情報はご注文を受けてから取りまとめを行い、お客様に提出させていただきます。

高圧可変周波数ドライブのトラブルシューティング、パラメータ、および機能の詳細は、技術データ『Medium Voltage AC Drive Parameters』(Publication **7000-TD002_-EN-P**)を参照してください。

高圧可変周波数ドライブと関連機器の受取りおよび取扱いの詳細は、『General Handling Procedures』(Publication **7000-IN002_-EN-P**)を参照してください。

本製品のシリーズには次の 3 種類のフレームがあり、それぞれに専用のマニュアルがあります。

- 「A」フレーム － 低出力の空冷構成用(およそ 1250 hp/933 kW まで適応)
- 「B」フレーム － 高出力の空冷構成用
- 「C」フレーム － すべての水冷構成用

種類や出力範囲の異なるドライブを複数所有している場合は、使用するドライブに合わせて該当するマニュアルをお使いください。

## 凡例

本書において注意を喚起すべき特定の情報については、以下の記号で示しています。

警告記号です。本書の指示に従わないと傷害事故につながる恐れがあることを示します。

警告記号と同じですが、注意記号です。これは本書の指示に従わないと機器の損傷や金銭的損害をこうむる恐れがあることを示します。

上の 2 つの記号は、次のことを示しています。

- トラブルが発生する恐れのある場所を示します。
- トラブルの原因を示します。
- 不適切な対応による結果を示します。
- トラブルの回避法を説明します。

この記号はコンポーネントやプリント回路基板に触れると感電する恐れがあることを示します。

## 一般的な予防措置

このドライブには静電気による損傷を受けやすいコンポーネントやユニットが使われてます。それらの据付け、試験、保守、または修理をする際には、静電気に対する予防措置を講じる必要があります。静電気に対する予防措置をとらないと、コンポーネントに損傷をきたす恐れがあります。この予防措置についての詳細は、アレン・ブラドリーの技術資料8000-4.5.2『Guarding Against Electrostatic Damage』、または静電気対策について説明したその他のハンドブックを参照してください。

ドライブの適用や据付けが不適切であった場合は、コンポーネントに損傷をきたしたり、製品寿命を短めたりすることがあります。配線ミスや電動機容量の不足、不適切な電源または電源容量不足、あるいは異常な高温での使用などの適用ミスは、システムの不具合の原因となる可能性があります。

PowerFlex 7000 可変速ドライブ(ASD)とそれによって駆動される機械について十分な知識をお持ちの方が、本システムの据付け、試運転調整、および保守に関する計画と実行に携わるようにしてください。さもないと人身事故や機器の損傷を引き起こす恐れがあります。

## 試運転調整の要請

当社製品の試運転調整は、弊社に要請してください。

製品に関する保守サービスには次の事項が含まれていますが、これだけに限定されるわけではありません。

– 製品の現地試運転調整の見積りと試運転調整管理
– 現場修正プロジェクトの見積りと管理
– 客先および現場での製品トレーニングの見積りと管理

# ドライブの概要

## 1.1 はじめに

PowerFlex® 7000 は、ロックウェル・オートメーションの第 3 世代の高圧ドライブです。PowerFlex 7000 高圧 AC ドライブは、PowerFlex AC ドライブファミリーの一部です。アレン・ブラドリーの PowerFlex®ドライブファミリーは最先端の技術と通信機能を備え、異なる種類のプラットフォーム、ネットワーク、オペレータインターフェイスのプログラミング、およびハードウェアにわたって高度な一様性を発揮します。PowerFlex 7000 空冷ドライブは、エンドユーザ、ソリューションプロバイダー、および OEM の方々にお使いいただくことを想定して設計されており、200～5,500HP (4100kW)の範囲の用途に適応します。

PowerFlex 7000 はスタンドアロン型の汎用高圧ドライブで、標準的な交流電動機(同期電動機/誘導電動機)の速度、トルク、回転方向、および始動/停止を制御します。このドライブは、ファン、ポンプ、コンプレッサー、ミキサー、コンベヤ、キルン、ファンポンプ、テストスタンドなど、さまざまな標準および特殊用途にお使いいただけます。これらの用途で使われる主な産業分野には、石油化学、セメント、鉱山、金属、紙パルプ、電力、および上/下水道などがあります。

PowerFlex 7000 は世界中どこでもお使いいただけるように設計されており、最も標準的な規格である NEC、IEC、NEMA、UL、および CSA に準拠しています。また、世界で最も一般的な 2400～6600V の高圧でご使用いただけます。

この製品の設計コンセプトは、高い信頼性と使い易さ、そしてトータルコストの削減にあります。

## 1.2 方式

フレームPowerFlex 7000 の負荷側には、図 1.1に示すようにPWM (Pulse Width Modulated：パルス幅変調)－CSI (Current Source Inverter：電流型インバータ)方式を使用しています。PWM-CSIはシンプルで信頼性が高く、コスト効果の高い回路方式であり、幅広い電圧と出力レンジに対応できます。使用されている電力素子は、電圧 (高圧) に応じて容易に直列接続できます。DCリアクトルによる限流作用のため、素子保護用の速断ヒューズは不要です。

逆耐圧 6500 V の電力素子を適用することにより、インバータ側の主回路構成素子数は他の方式に比べると最小に抑えられています。たとえば、2400V 級インバータでは 6 個、3300～4160V 級では 12 個、6600V 級でも 18 個しか必要ありません。

PowerFlex 7000 には、単独で回生制動できるという利点も付加されているため、下げ荷重が電動機にかかるクレーンや下りコンベヤなどの用途、およびファンのように慣性の大きい負荷を急減速する必要がある用途に適しています。負荷側インバータの電力素子にはSGCT (Symmetrical Gate Commutated Thyristor)を使用しています。電源側コンバータの電力素子には、6/18 相の場合はサイリスタ(SCR：Silicon Controlled Rectifier)、AFEコンバータの場合はSGCTを使用しています。6 相の構成を図 1.1に示します。

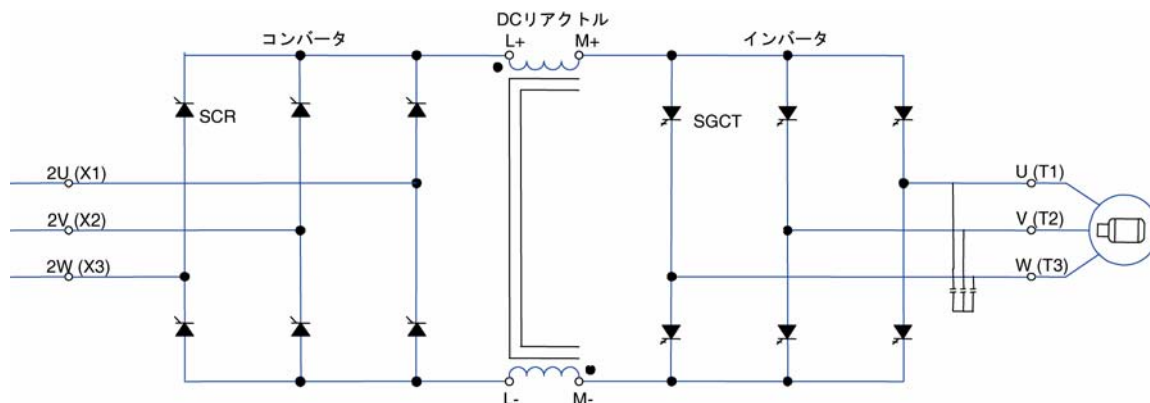



図 1.1　PWM-CSI 方式の AC ドライブ

## 1.3　　コンバータ

PowerFlex ドライブのコンバータには 3 種類の回路方式があります。

### 1.3.1　6 相コンバータ

受動同調型高調波フィルタ(オプション)付き 6 相サイリスタコンバータを図 1.2に示します。フィルタの入力側と出力側電流も示しています。フィルタの入力側電流には 5 次、7 次、および 11 次の高調波成分が含まれていますが、高調波フィルタによって高調波成分が吸収されるために、出力側電流は正弦波に近い波形になっていることがわかります。高調波フィルタには入力力率をほぼ一定に保つ効果もあります。高調波フィルタ付き 6 相コンバータの電源側線電流の波形歪率(THD：Total Harmonic Distortion)は約 5.2%です。線間電圧の波形歪率は約 2.6%です。(線間電圧の波形歪率は、システムインピーダンスの関数になります。)

次の図に示すように、6 相コンバータはドライブの定格にマッチした絶縁変圧器と組み合わせて使用します。(変圧器に関する要件の詳細は、ロックウェル・オートメーションの技術資料『Specification 80001-005, Rectifier Duty Transformers』を参照してください。)

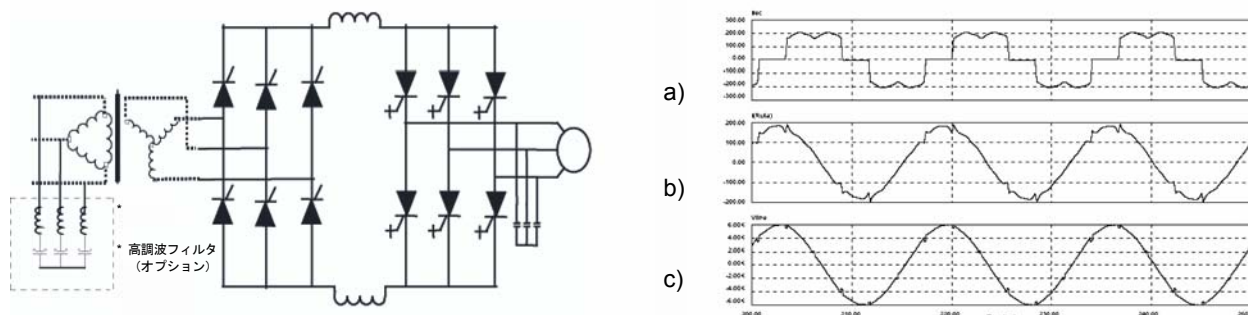



図 1.2　6 相コンバータと入力側電流・電圧波形
a)　ドライブ側(入力側)線電流
b)　電源側(出力側)線電流
c)　共通母線(PCC：Point of Common Coupling)における線間電圧

## 1.3.2　18 相コンバータ

18 相コンバータを図 1.3に示します。ほとんどの場合、18 相は高調波フィルタなしで米国高調波指針IEEE 519-1992 に適合します(わが国の高調波ガイドラインにも適合します)が、ドライブの入力電源相数を増して低次高調波を低減するには、2 次側が多巻線の絶縁変圧器が必要になります。18 相方式は、6 相方式や 12 相方式よりも高調波低減効果において優れています。

絶縁変圧器は、屋内乾式型、成型コイル、屋外油入型のいずれでも適用可能であり、設置床面積、据付けコスト、および電気室の空調負荷を考慮して柔軟に選択していただけます。(変圧器の要件と機能の詳細は、ロックウェル・オートメーションの技術資料『Specification 80001-005, Rectifier Duty Transformers』を参照してください。)

図 1.3には、線電流と電圧の例も示しています。線電流の波形歪率は約 5.6%、線間電圧の波形歪率は約 2.0%です。(線間電圧の波形歪率は、システムインピーダンスの関数になります。) 18 相整流器は 1 組のマスターブリッジと 2 組のスレーブブリッジからなり、常に 18 組のサイリスタ素子からなるアームで構成されます。

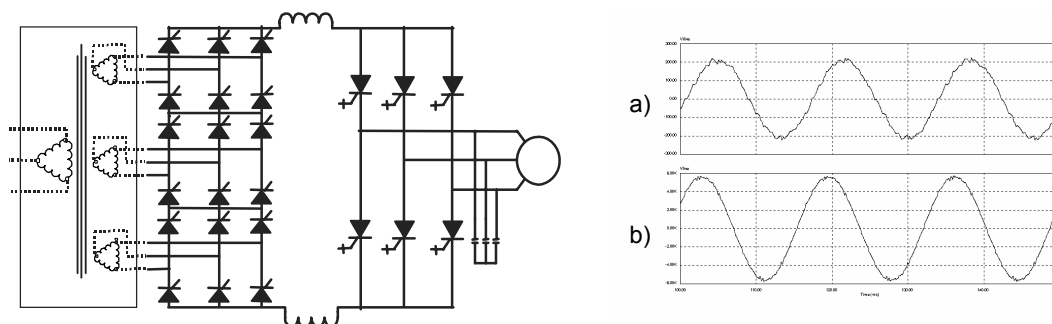



図 1.3　18 相コンバータと入力側電流・電圧波形
a)　電源側電流
b)　共通母線(PCC)における線間電圧

### 1.3.3　AFE コンバータ(アクティブ・フロント・エンド)

PowerFlex 7000 方式に適したアクティブ・フロント・エンド(AFE コンバータ)は、PWM コンバータとも呼ばれます。これは IEEE 519-1992 (わが国の高調波ガイドラインも同様)に適合させるための絶縁変圧器を必要としないため、新設電動機を伴う用途に有用です。現在の高圧市場において、電源高調波含有率を下げるために一般的に使われている技術は、変圧器の 2 次巻線を多相化して不要な次数の高調波を消すという方法です。この方式では 2 次巻線数が最大で 15 巻線になることもあります。絶縁変圧器をなくすことで設備費と据付コストを削減し、設置床面積が小さく、ドライブシステム全体の効率も向上させることができます。

AFEコンバータはインバータと同じ原理に基づくスイッチングパターンを必要とします。図 1.4の例に示すパターンは、42 パルス選択高調波除去(SHE：Selective Harmonic Elimination)パターンで、5 次、7 次、および 11 次の高調波を除去します。入力側コンデンサは高次の電流高調波成分を削減するように設計されています。フィルタ切換え機能技術により、高調波成分のない周波数帯にフィルタのカットオフ周波数を設定します。これによって、システムから引き起こされる高調波が電源側に流出することを防止します。フィルタの設計にあたっては、さらに電源側の入力力率と、電源側線電流および線間電圧の波形歪率(Total Harmonic Distortion (THD))の要件も考慮しています。

AFEコンバータは、VFDと電動機電圧に合わせて配電電圧を低下させるために配電変圧器が必要となる場合に最適です。コンバータの入力電流、コンバータの入力端子電圧、および線電流と電圧波形を図 1.4に示します。線電流の波形歪率は約 4.5%、線間電圧の波形歪率は約 1.5%です。(線間電圧の波形歪率は、システムインピーダンスの関数になります。) AFEコンバータの入力力率は、自乗逓減トルク負荷に適用したとき、通常の速度および負荷範囲で 0.98 以上になります。

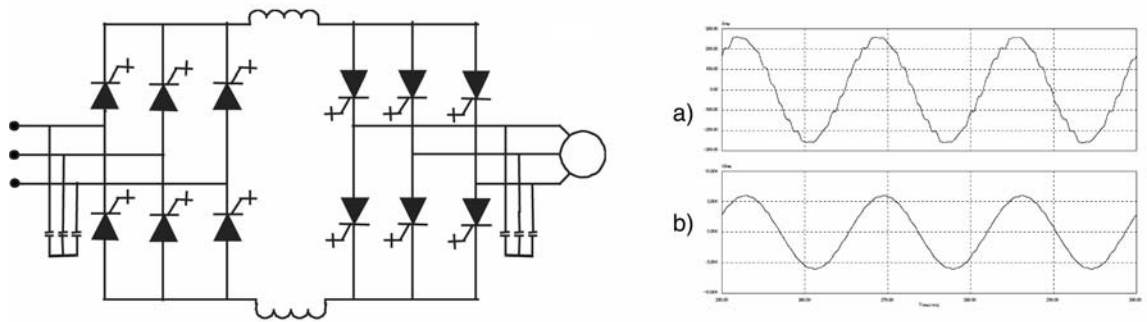



図 1.4　PWM コンバータと入力側電流・電圧波形
a)　線電流
b)　共通母線(PCC)における線間電圧

## 1.4　ダイレクト・ツー・ドライブ(Direct-to-Drive)技術

ダイレクト・ツー・ドライブ技術を備えた PowerFlex 7000 では、次の接続が可能です。

- 電源を絶縁変圧器なしで直接ドライブに接続する。
- 新設または既存の電動機を、電動機フィルタなしでドライブに接続する。

大部分の高圧ドライブ製品では、電源高調波含有率を下げるために、変圧器の 2 次巻線を多相化して不要な次数の高調波を消す方法が使われています。この方式では 2 次巻線数が最大で 15 巻線になることもあります。この方法には、ドライブと変圧器が複雑になり、コンポーネント数が非常に多く、さらに相互接続ケーブルと接続点も多くなるという欠点があります。そのために、保守の必要性がかなり大きくなり、信頼性は低下します。

それらのドライブ製品では、コモンモード電圧のストレスから電動機を保護する手段としても絶縁変圧器が使われています。変圧器を使うと電動機の中性点を接地できますが、この方法では電動機に印加されるはずのコモンモード電圧が変圧器にかかります。そのため、変圧器の絶縁レベルと変圧器-ドライブ間のケーブルの絶縁レベルを上げてコモンモード電圧のストレスに耐えられるようにする必要があります。

ダイレクト・ツー・ドライブ技術を採用した AFE コンバータは、絶縁変圧器を使う代わりに半導体素子のスイッチングパターンを使って、世界の主な高調波基準を満たす水準まで電源側電流の高調波を低減します。AFE コンバータは多層ドライブ方式とは異なり、複雑化や多数のコンポーネントを伴うことがないため、高調波を打ち消す方法として最適です。

ダイレクト・ツー・ドライブ技術では、コモンモード電圧が事実上生成されないため、新設、既存のどちらの電動機にも適しており、ドライブ入力にストレスが印加されません。ダイレクト・ツー・ドライブ技術が絶縁変圧器より優れているのは、電動機や電動機のケーブル、および母線の絶縁レベルを上げる必要がないことです。

コモンモード電圧に加え、ダイレクト・ツー・ドライブ技術は dv/dt や反射波が電動機に印加する圧力も低減させます。

ダイレクト・ツー・ドライブ技術を採用したドライブは設計がシンプルであるため、絶縁変圧器が必要なドライブに比べ、初期資本投資、運転コスト、据付けコスト、および保守コストが低くなります。

ダイレクト・ツー・ドライブ技術を採用した PowerFlex 7000 は通常、絶縁変圧器を使うドライブより小型で軽量です。絶縁変圧器はドライブシステムの容積の 30～50%、重量の 50～70%を占めます。これは、ドライブと変圧器間の配線が存在せず(外部変圧器を使用する構成)、ドライブ内に分割輸送のための区切りがない(変圧器付き構成)ことを意味します。これにより PowerFlex 7000 の設置は非常に簡単になります。

## 1.5 適用電動機

PowerFlex 7000 は、ほぼ正弦波に近い電動機側電流・電圧波形を達成するため、高調波電流による過熱やサージ電圧による電動機の絶縁破壊を引き起こすことはありません。VFDに接続された電動機の温度上昇は、商用電源に接続された場合に比べ、通常、3°C (5.5 °F)高いだけです。また電圧波形におけるdv/dt値は 10 V/ msec以下です。電動機巻線の絶縁物にかかる最大電圧は電動機の定格RMS電圧を 0.707 で割った値になります。電圧型インバータ(VSI：Voltage Source Inverter)には通常、反射波とdv/dtの問題がありますが、そのような問題はPowerFlex 7000 にはありません。一般的な電動機電圧波形を図 1.5に示します。これらの電動機にやさしい波形は、低次高調波を低減させるために採用されているインバータ内の選択高調波除去(SHE：Selective Harmonic Elimination)方式と、高速時の高調波を低減させるためにドライブに内蔵されている小さな出力側コンデンサによって達成されています。

標準的な電動機は、定格出力を低減せずに適用できます。これはレトロフィットの場合でも同様です。

電動機出力側のケーブル亘長は理論上は無制限です。この技術はテストで実証されており、ドライブからの距離が 15 km まで支障なく制御可能です。

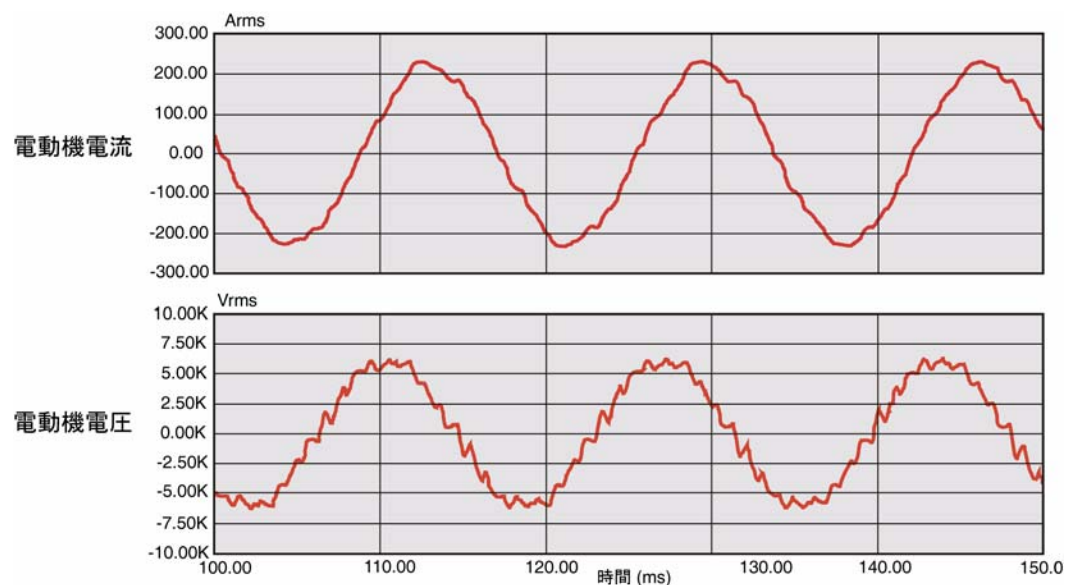



図 1.5　全負荷最高速度における電動機側電流・電圧波形

## 1.6　SGCT の機能と利点

SGCT (Symmetrical Gate Commutated Thyristor)はGTO (Gate Turn-Off Thyristor)を改造した素子で、ゲートドライブ回路も一緒に組み込まれています。図1.6に示すように、ゲートドライブ回路はSGCTの直近にあり、この配置によってインダクタンスが低減されるため、素子を効率よく、かつ一様に安定してゲーティングさせることができます。その結果として、ゲーティング中のスイッチングオンとオフの間に生じる電圧変動や電流変動に対して、従来のGTOよりも適切に対応できます。

SGCT の特性は、(一部の VSI ドライブに使われている) IGCT に類似しており、導電損失とスイッチング損失が少なく、故障率が低く、熱放散のよい両面冷却型です。SGCT はノンパンチスルー(NPT：Non-Punch-Through)構造と、ウェーハ内でほぼ対称な pnp 接続トランジスタをもった素子により、6500 V までの電圧を両方向でブロックします。一方、電流は一方向にのみ流れます。IGBT を使用する多くの VSI 方式とは異なり、PowerFlex 7000 で使われている素子には破断およびアーク以外の故障モードがあります。素子の故障確率は極めて低く、万一故障しても外部に影響は波及しません。

「B」フレーム PowerFlex 7000 に SGCT を適用した結果、次のような優れた特長を有したドライブとなっています。

1. スナバ回路が簡素化され、スナバコンデンサのサイズが 1/10 になりました。
2. スイッチングの動作周波数が高くなった(420～540 Hz)ため、受動素子(DC リアクトルや電動機フィルタコンデンサなど)のサイズが 50%減少しました。
3. ドライブの性能が向上しました。
4. 素子の使用個数が減少したため、ドライブの信頼性が向上し、価格が低下し、サイズも小さくなりました。
5. フェイルセーフの故障モード(破断なし)。

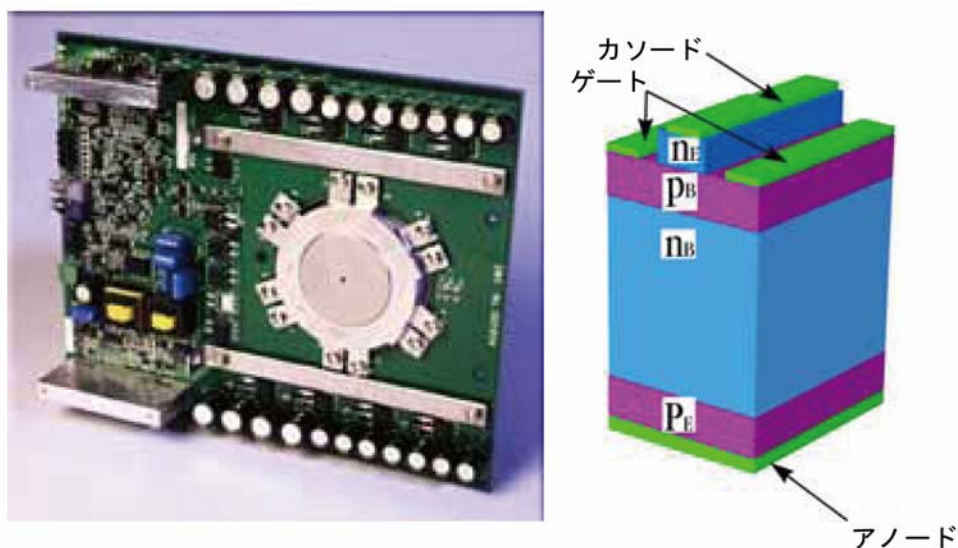



図 1.6　SGCT と組込みゲートドライブ(左図)および SGCT のユニットセル構造(右図)

## 1.7 仕様

| 項目 | 仕様 |
|---|---|
| 出力定格(空冷) | NEMA： 200～5500 hp<br>IEC： 150～4100 kW |
| 適用電動機 | 誘導電動機または同期電動機 |
| 入力電圧定格 | 2400V、3300V、4160V、6600V |
| 許容入力電圧変動 | 定格電圧 +/- 10% |
| 瞬時電圧低下 ❶ | -30% |
| 制御電力瞬低時の運転継続性能 | 5 サイクル(標準) |
| 入力サージ保護 ❷ | バリスタ(MOV) – 6 相/18 相<br>サージ防止器(AFE/D2D) |
| 入力周波数 | 50/60 Hz、+/- 5% |
| 入力側短絡電流耐性 | 5 サイクル |
| 3300～6000 V ❸ | 25 MVA RMS SYM |
| 基準衝撃絶縁強度 ❹ | 50 kV (0～1000 m) |
| 電源バスの設計 | 銅-スズ合金メッキ |
| 接地母線 | 銅-スズ合金メッキ 6 x 51 mm (1/4 x 2 インチ) |
| カスタマ制御配線 | 分離して絶縁 |
| 入力電力回路保護 ❺ | ヒューズ式遮断器付き真空接触器 |
| 転流インダクタンス装置 | 絶縁変圧器または AC リアクトル |
| 出力電圧 | 0～2300 V<br>0～3300 V<br>0～4160 V<br>0～6600 V |
| インバータタイプ | PWM |
| インバータ素子 | SGCT (Symmetrical Gate Commutated Thyristor) |
| インバータ素子故障モード | 破断/アークなし |
| インバータ素子故障率(FIT) | 100/10 億運転時間 |
| インバータ素子の冷却 | 熱放散率の高い両面冷却 |
| インバータのスイッチング周波数 | 420～540 Hz |
| インバータ SGCT の数 | 電圧 / SGCT 数(位相あたり)<br>2400 V / 2<br>3300 V / 4<br>4160 V / 4<br>6600 V / 6 |
| SGCT の PIV 定格<br>(ピーク逆耐圧) | 電圧 / PIV<br>2400 V / 6500 V<br>3300 V / 6500 V<br>4160 V / 6500 V<br>6600 V / 6500 V |
| コンバータ相数 | AFE (アクティブ・フロント・エンド)、<br>6 相、18 相<br>ダイレクト・ツー・ドライブ |
| コンバータスイッチ | SCR (6 相、18 相)<br>SGCT (AFE、ダイレクト・ツー・ドライブ) |
| コンバータスイッチ故障モード | 破断/アークなし |
| コンバータスイッチ故障率(FIT) | 50 (SCR)、100 (SGCT)/10 億運転時間 |
| コンバータスイッチの冷却 | 熱放散率の高い両面冷却 |

❶ 高圧電源から CPT 経由で制御電力を供給する場合、許容瞬低は-25%となります。

❷ MOV は 6 相と 18 相に使われます。サージ防止器は AFE/D2D 構成に使われます。

❸ 短絡故障は、入力保護装置(コンタクタや回路ブレーカ)に基づく値です。

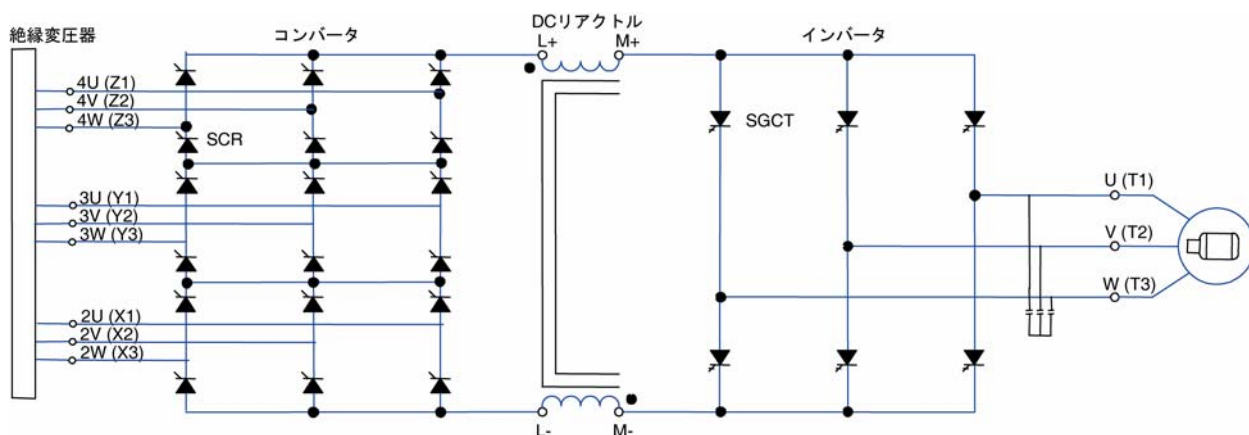
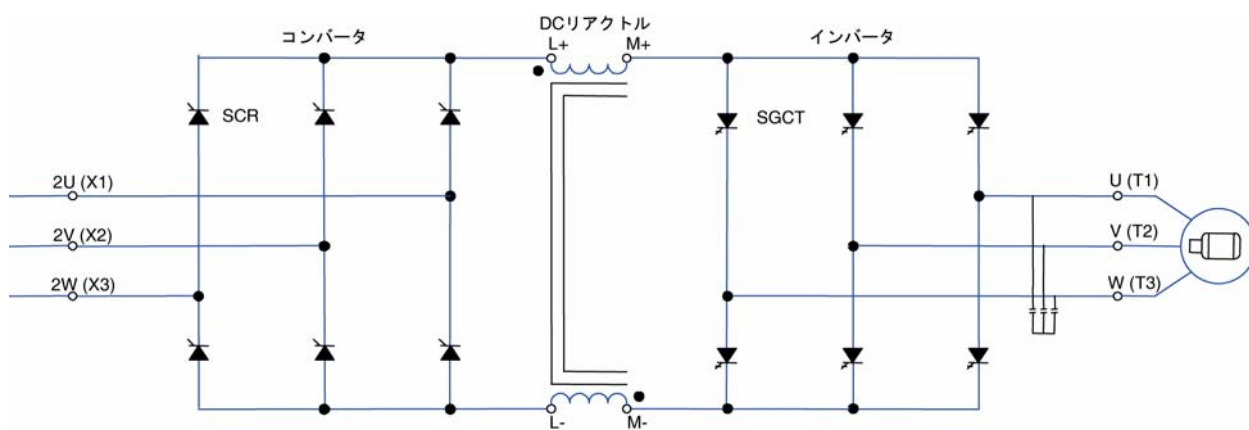
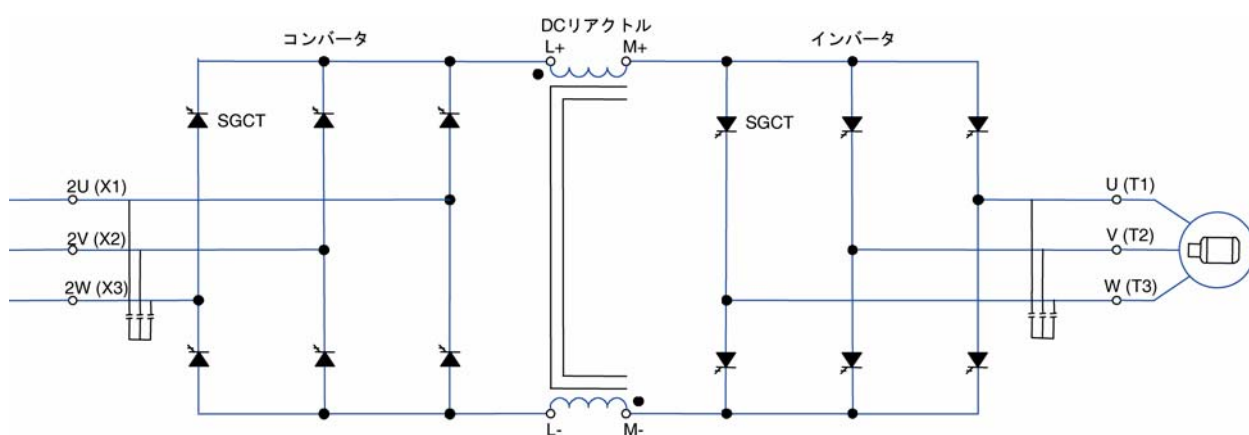
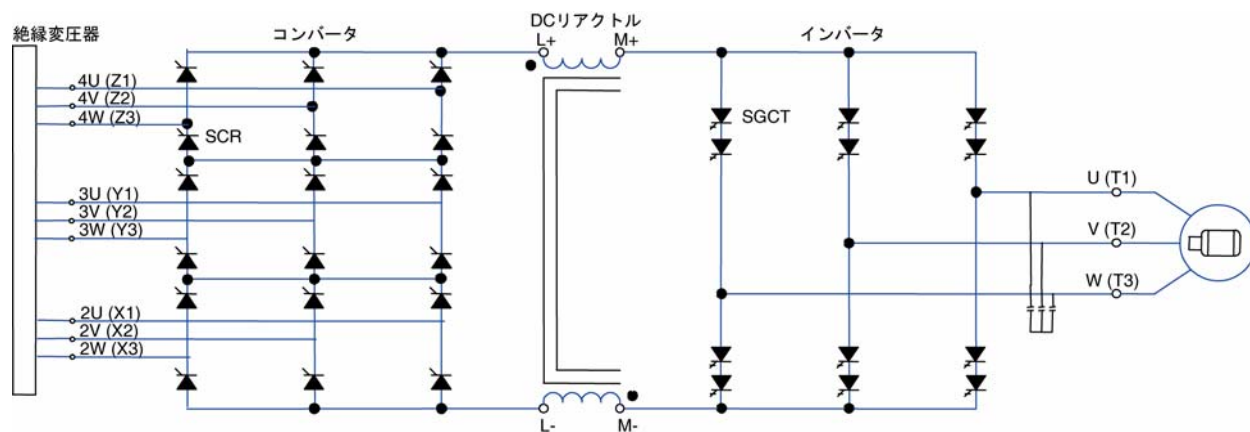
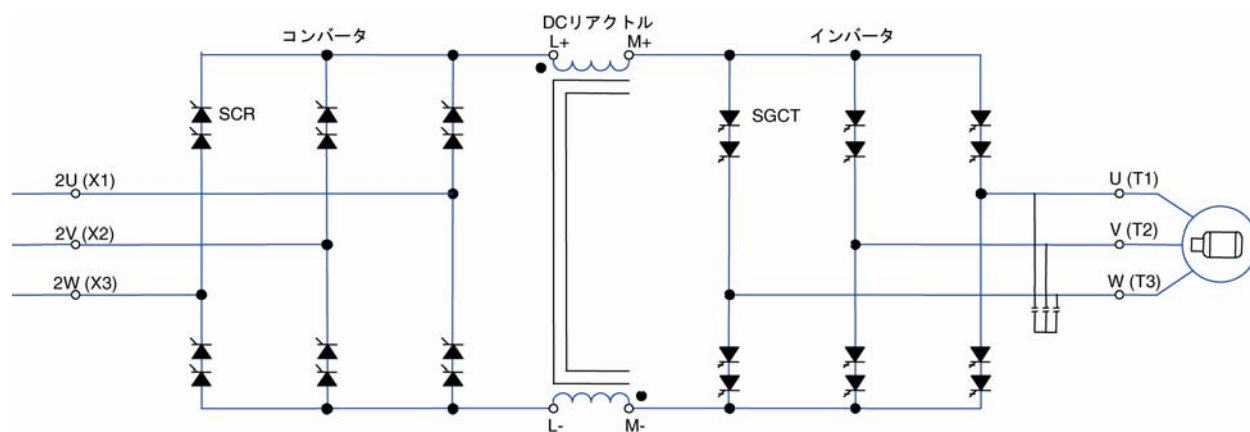
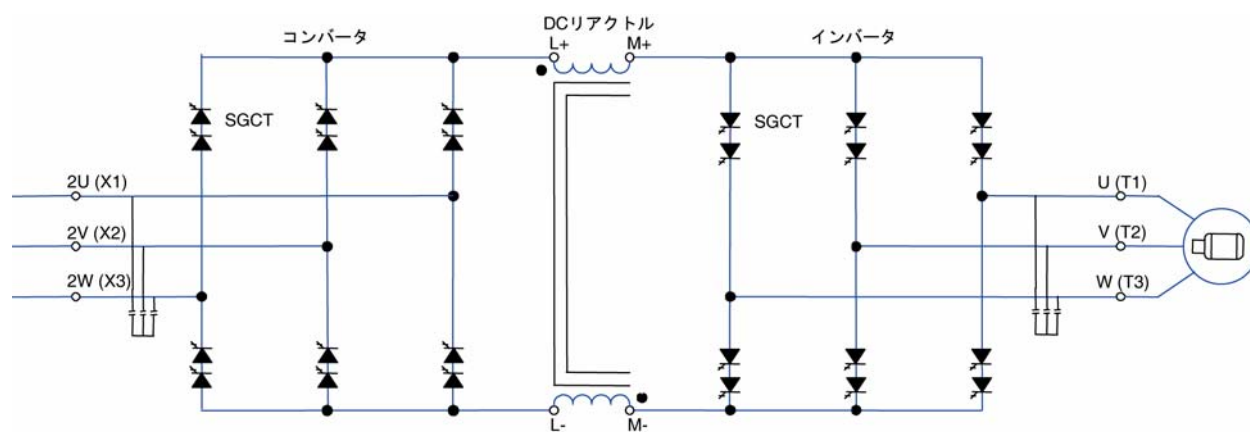
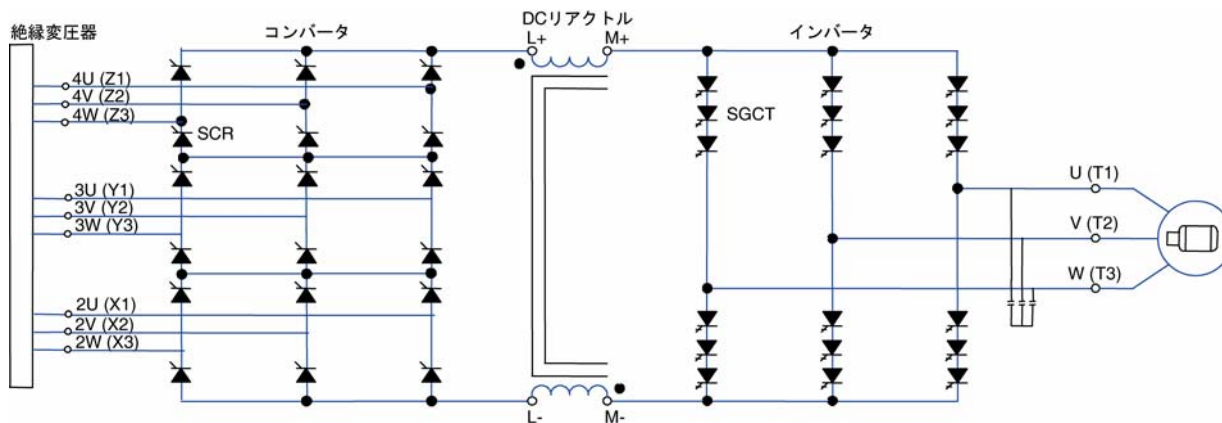
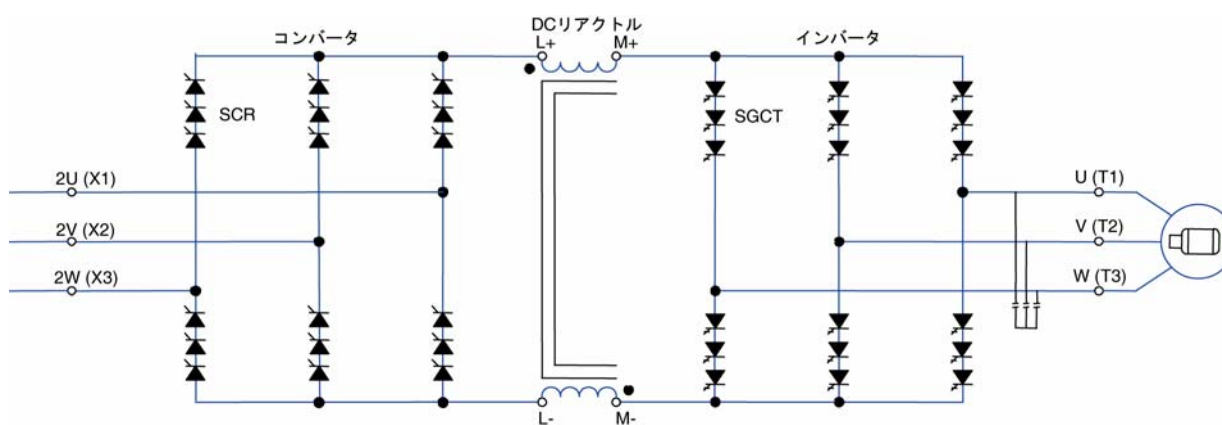
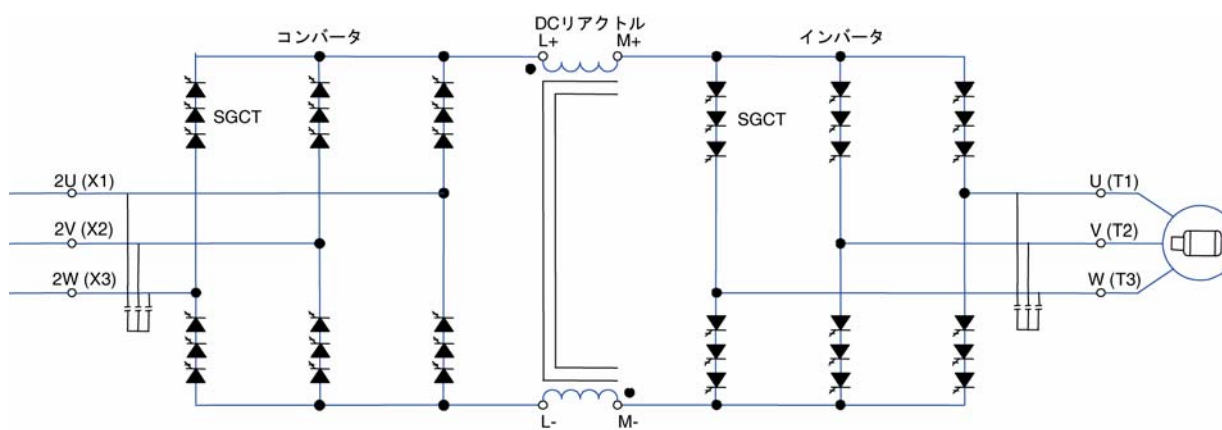
❹ BIL は海抜 1000 m (3300 フィート)未満の値です。海抜 1000 m 以上での減定格については、工場にお問い合わせください。

❺ オプション

| 項目 | 仕様 | | | |
|---|---|---|---|---|
| コンバータ素子の数<br>1相あたり | 電圧 | 6相 | 18相 | AFE / D2D |
| | 2400 V | 2 | 6 | 2 |
| | 3300 V | 4 | 6 | 4 |
| | 4160 V | 4 | 6 | 4 |
| | 6600 V | 6 | 6 | 6 |
| SCRのPIV定格<br>(ピーク逆耐圧) | 電圧 | 6相 | 18相 | AFE / D2D |
| | 2400 V | 6500 V | 4500 V | 6500 V |
| | 3300 V | 6500 V | 4500 V | 6500 V |
| | 4160 V | 6500 V | 4500 V | 6500 V |
| | 6600 V | 6500 V | 6500 V | 6500 V |
| 電動機への出力波形 | 電流・電圧ともほぼ正弦波形 | | | |
| 高圧絶縁体 | 光ファイバー | | | |
| 変調方式 | 選択高調波除去<br>(SHE：Selective Harmonic Elimination)<br>同期台形波 PWM<br>非同期/同期 SVM (空間ベクトル変調) | | | |
| 制御方式 | センサーレス・ダイレクトベクトル制御<br>オプションでPGフィードバック付きフル<br>ベクトル制御も可能 | | | |
| チューニング方式 | セットアップウィザードによる<br>自動チューニング | | | |
| 速度制御帯域幅 | 5～25 rad/sec | | | |
| トルク制御帯域幅 | 15～50 rad/sec | | | |
| 速度制御精度 | 0.1% (PGフィードバックなし)<br>0.01～0.02% (PGフィードバック付き) | | | |
| 加速/減速範囲 | 独立型加速/減速 – 4 x 1200 sec | | | |
| 加速/減速ランプ速度 | 独立型加速/減速の4倍 | | | |
| Sランプ速度 | 独立型加速/減速 – 2 x 1200 sec | | | |
| 危険速度回避 | 独立型の3倍(帯域幅調整可) | | | |
| 失速保護 | 遅延/速度 | | | |
| 負荷喪失検出 | レベル、遅延、速度の各設定ポイント(調整可) | | | |
| 制御モード | 速度またはトルク | | | |
| 電流リミット | 電動機運転で調整可、修復性あり | | | |
| 出力周波数 | 0.2～85 Hz | | | |
| サービス定格<br>過負荷定格 | 通常デューティ | | 重負荷デューティ | |
| | 10分ごとに1分間<br>の割合で110%の<br>過負荷発生<br>(可変トルク負荷) | | 10分ごとに1分間の<br>割合で150%の過負荷<br>発生(一定または<br>可変のトルク負荷) | |
| 通常のVFD効率 | 98%超(6/18相)<br>97.5%未満(AFE)特定ドライブの定格については<br>工場に問い合わせてください。 | | | |
| 入力力率 | AFEコンバータ | | | |
| | 最小0.98 minimum、負荷30～100% | | | |
| IEEE 519高調波抑制に関する<br>ガイドライン❻ | IEEE 519-1992準拠 | | | |
| VFDノイズレベル | 85 dB(A)未満(OSHA 3074準拠) | | | |
| 回生制動 | 単独で対応(ハードウェアやソフトウェアの<br>追加不要) | | | |
| フライングスタート | 負荷の回転中に始動し、順方向または<br>逆方向に制御可能 | | | |
| オペレータインターフェイス | 40英文字、16行のテキスト表示 | | | |

❻ IEEE 519-1992に準拠するには6相ドライブに高調波フィルタが必要です。
条件によっては、電源システムの分析が必要になることもあります。

| 項目 | 仕様 |
|---|---|
| 言語 | 英語 ドイツ語<br>フランス語 中国語(北京語)<br>スペイン語 ポルトガル語<br>イタリア語 |
| 制御電源 | 220/240 V または 110/120 V 1 相、<br>50/60 Hz (20 A) |
| 外部 I/O | 16 点ディジタル入力/16 点ディジタル出力 |
| 外部入力定格 | 50/60 Hz AC/DC<br>120～240 V (1 mA) |
| 外部出力定格 | 50～60 Hz AC/DC<br>30～260 V (1 A) |
| アナログ入力 | (3) 絶縁信号、4～20mA または 0～10 V |
| アナログ分解 | • アナログ入力 12 ビット(4～20 mA)<br>• アナログ入力 13 ビット(0～10 V) |
| アナログ出力 | • (1) 絶縁信号、4～20 mA<br>• (8) 非絶縁信号、0～10 V |
| 通信インターフェイス | DPI |
| スキャンタイム | 内部 DPI：2～4 msec |
| 通信プロトコル<br>(オプション) | R I/O Lon Works<br>DeviceNet Can Open<br>Ethernet RS485 HVAC<br>Profibus RS485 DF1<br>Modbus RS232 DF1<br>Interbus USB |
| 盤 | NEMA 1 (IP21)、NEMA 12 (IP42) |
| 引上げ装置 | 標準/着脱可 |
| 取付け配置 | チャンネルベース |
| 塗装 | エポキシパウダー塗装<br>外部： Sandtex Light Grey (RAL 7038) – Black (RAL 8022)<br>内部(制御サブプレート)： High Gloss White (RAL 9003) |
| インターロック | カスタマ入力断路装置用の<br>キーインターロック |
| 腐食保護 | 非塗装プレート<br>(亜鉛メッキプレート/ブロンズクロメート) |
| 光ファイバーインターフェイス | コンバータ – インバータ – キャビネット<br>(警告/トリップ) |
| ドアフィルタ | マットフィルタ付き塗装済みデヒューザ |
| ドアフィルタの遮断 | 通風制限トリップ/警告 |
| 周囲温度 | 0～40°C (32～104°F) |
| 保管および輸送<br>温度範囲 | -40～70°C (-40～185°F) |
| 相対湿度 | 95%、結露なし |
| 標高 | 海抜 0～1000 m (0～3300 フィート) |
| 標高(減定格あり) | 海抜 1001～5000 m (0～16400 フィート) |
| 耐震(UBC 基準) | 1, 2, 3, 4 |
| 対応規格 | NEMA、IEC、CSA、UL、ANSI、IEEE |

# 1.8 簡易主回路接続図

**2400 V – 18 相**

**2400 V – 6 相**

**2400 V – AFE**

**3300/4160 V – 18 相**

**3300/4160 V – 6 相**

**3300/4160 V – AFE**

**6000/6600 V – 18 相**

**6000/6600 V – 6 相**

**6000/6600 V – AFE**

## 1.9　制御の概要

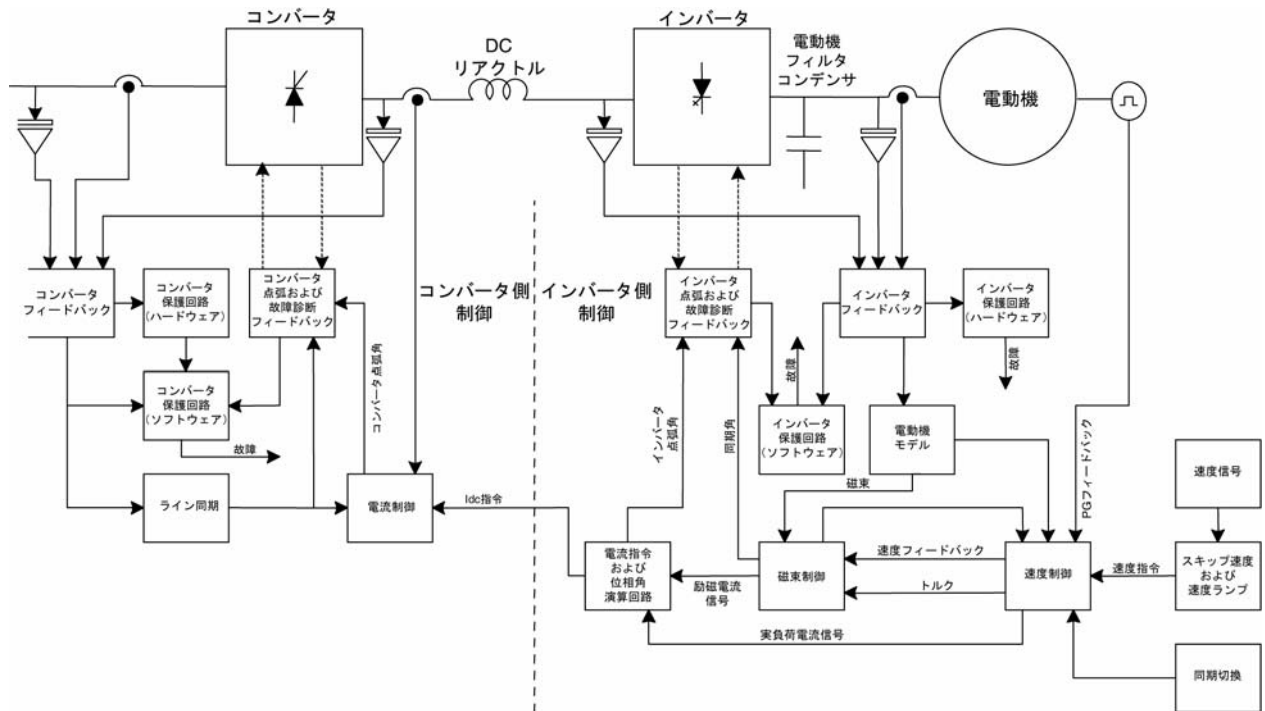



図 1.7　「B」フレーム PowerFlex 7000 機能ブロック図

## 1.10　ダイレクトベクトル制御

「B」フレーム PowerFlex 7000 高圧 AC ドライブの制御方式はセンサーレス・ダイレクトベクトル制御と呼ばれるもので、固定子電流を実負荷トルク生成成分と励磁成分に分解して制御し、電動機磁束の影響を受けずに電動機トルクをすばやく変化させることができます。この制御方式は、パルスジェネレータ(PG)による PG フィードバックなしで、速度制御範囲が 6 Hz 以上、始動トルクが 100%未満での連続運転を必要とする用途に使用されます。

また、PG による PG フィードバック付きの場合、フルベクトル制御は速度制御範囲が 0.2 Hz 以上、始動トルクが 150%までの連続運転を必要とする用途に使用できます。ベクトル制御は V/Hz タイプのドライブよりも優れた性能を発揮します。速度応答は 5～25 rad/sec、電流応答は 15-50 rad/sec です。

## 1.11 制御ハードウェア

制御ハードウェアは、最大 6 枚の光ファイバー基板(基板数は電圧と電力素子の数によって決まる)への OIBB 経由のインターフェイスを備えた、ドライブ制御基板(DPM)(負荷側と電源側で同じ)、信号調整基板(ACB)(負荷側および電源側)、カスタマインターフェイス基板、および外部 I/O 基板(XIO)で構成されています。コンバータ用とインバータ用、同期電動機制御用と誘導電動機制御用、および 6 相、18 相、AFE 用の制御基板はいずれも同一のものです。

ドライブ制御基板は、2 つの浮動小数点ディジタル信号プロセッサ(DSP：Digital Signal Processor)と、ゲーティング、故障診断、故障対応、ドライブ同期制御等の高度な機能を掌るフィールドプログラマブルアレイ(FPGA：Field Programmable Gate Array)で構成されています。

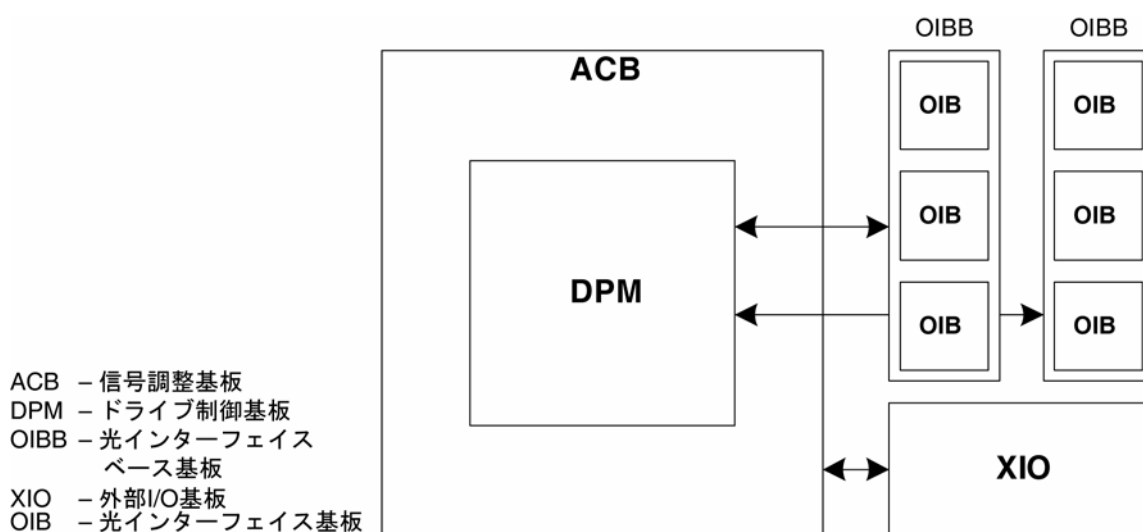



図 1.8　「B」フレーム PowerFlex 7000 の制御ハードウェアレイアウト

## 1.12 オペレータインターフェイス

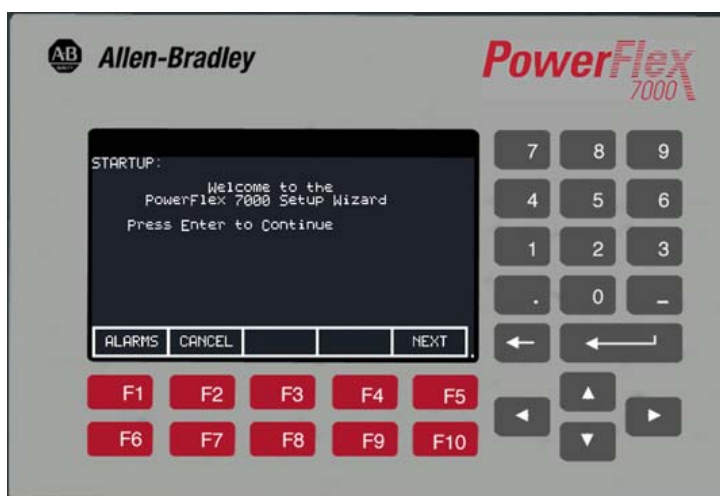



図 1.9 PowerFlex 7000 のオペレータ・インターフェイス・ターミナル

オペレータ・インターフェイス・ターミナルは、文字や図形が読み取りやすい 16 行、40 英文字のピクセル表示型 LCD 画面です。棒グラフメータはコンフィギュラブルで、速度、電圧、負荷容量など一般的なプロセス変数値を表示できます。

PowerFlex 7000 のオペレータインターフェイスは、細部にわたりユーザフレンドリーで、画面を開くと挨拶画面が表示されます。このターミナルは、スタートアップ、モニタリング、およびトラブルシューティングが非常に簡単に行える設計になっています。セットアップウィザードにより、ユーザが必要とする操作に対して質問または選択方式で導いてくれるのでユーザは必要なパラメータメニューを簡単に設定することができます。ユーザが正しく設定できるように、不適切な操作をしたときには警告とヘルプ用コメントを表示します。セットアップウィザードは自動チューニング機能を使用して、ドライブを電動機と負荷の特性に合わせて迅速かつ正確に調整します。その結果、短時間でのスタートアップ、スムーズな運転操作、少ないダウンタイムを実現します。

低圧ゲートチェック、電動機を接続しない状態での全負荷電流での運転等、最大で 5 種類のテストモードが使用可能です。

オペレータ・インターフェイス・ターミナルでは高性能故障診断機能により、不揮発性 RAM (NVRAM：Non-Volatile RAM)、拡張故障説明とオンラインヘルプ、および 16 個の変数のトレンドバッファに、個別に故障および警報の待ち行列を表示できます。

# ドライブの据付け

## 2.1 安全と対応規格

注意

カナダ電気規格(CEC：Canadian Electrical Code)、米国電気規格(NEC：National Electrical Code)、あるいは各国、地方の法令には、電気機器の安全な据付けに関する条項があります。据付けにあたっては、これらの条項で規定されている電線の種類、導体寸法、分岐回路の保護と断路機器に関する仕様に合致するよう施工しなければなりません。規格から外れた据付けを行なうと人的傷害や機器の損傷を引き起こす恐れがあります。

## 2.2 開梱と検査

工場出荷前にすべてのドライブは機械的、電気的試験を行なっています。ドライブが到着したら直ちに梱包を解いて輸送中の損傷の有無をチェックしてください。損傷があった場合には直ちに運送業者に苦情申し立てを行なってください。

開梱が終わったら受領された機器を船荷証券と照合して、個々の機器の銘版記載内容が注文された機器に相違ないことを確認してください。ロックウェル・オートメーションの販売条件(Rockwell Automation Conditions of Sale)に記載しているように、PowerFlex 7000 ドライブの外観検査を行なってください。

重要

破損あるいは損傷に関わる苦情は、目に見えるものであれ見えないものであれ、すべて機器の受領後できるかぎり早くお客様から運送業者に申し立てを行なってください。
ロックウェル・オートメーションは、お客様が正当な損傷被害補償を得られるように相応のお手伝いをさせていただきます。

すべての梱包材、くさび、および補強材をドライブから取り外してください。電磁接触器と継電器を手動で動かし、引っかかることなくスムースに動くことを確認してください。開梱したときに装置の一部があらかじめ取り外されていることがあります。そうした機器あるいはコンポーネントは清浄で乾燥した場所に保管する必要があるものです。保管温度は-40～70℃で、相対湿度は 95%以下(結露なし)としてください。これは制御装置内に取り付けられている温度に弱いコンポーネントを、温度による損傷から保護するためです。

## 2.3 輸送と運搬

PowerFlex 7000 ドライブは、木製の固定材の上に盤の底面をボルト締めして出荷されます。ドライブは最終の据付け場所に到着するまで輸送用の固定材に載せたままにして、固定ボルトは外さないでください。吊上げ用のアングルビームが盤の上部にボルト締めして出荷されます。ドライブは輸送中常に直立した状態を保持していなければならないためです。詳細は、『General Handling Procedures』(Publication 7000-IN002_-EN-P)を参照してください。

ドライブはパレットに載せるか、高さ 2300 mm の盤の上面に取り付けられている吊上げ用ビームを使って運搬してください。

ドライブが安全に持ち上げられるように、クレーンの定格荷重には十分にゆとりを持たせてください。輸送時の重量については同梱されている梱包明細書を参照してください。

鉄パイプを使ってドライブを据付け場所までコロ引きしていくことができます。据付け場所に到着したらパイプローリング手法で所定の場所に位置決めできます。

フォークリフトやパイプローリング手法で位置決めする際には、装置に引掻き傷、凹み、その他の傷を付けることがないように、十分な注意を払ってください。運搬中に人にぶつけたり怪我をさせないようにドライブは常に安定を保つように注意してください。

**注意**：お客様による据付けが正しく施工されることは極めて重要です。不完全な施工は、ドライブの損傷や試運転調整の遅れの原因になります。

リストアップされた方法以外でドライブを吊上げたり運搬したりすることは、絶対にしないでください。さもないと構造物の損傷や人的傷害事故にいたることがあります。以下に推奨する運搬方法を示します。

### 2.3.1 天井クレーン

1. クレーンの吊り索を盤上部の吊上げ用アングルに取り付けます。

**注意**

**ドライブが安全に持ち上げられるように、クレーンと吊り索の定格荷重には十分にゆとりを持たせてください。輸送時の重量については同梱されている梱包明細書を参照してください。**

2. ロープやケーブルを直接吊上げ用ビームの孔に通すことはしないでください。吊り索として、安全フックまたはU字型掛金の付いた吊り帯あるいは吊り鎖を使ってください。
3. 負荷荷重が均等に掛かるように、またドライブが直立して吊上げられるように、適切な長さの吊り索を選定するか、吊り索の長さを調整してください。
4. 吊り索に掛かる張力とクレーンの圧縮荷重を軽減させるために、吊り索と鉛直線で作る角度が45度を超えないようにしてください。

**注意**

**ドライブには傾けるとさらに盤が傾いてしまうような重量の重い機器が取り付けられていることがあります。**

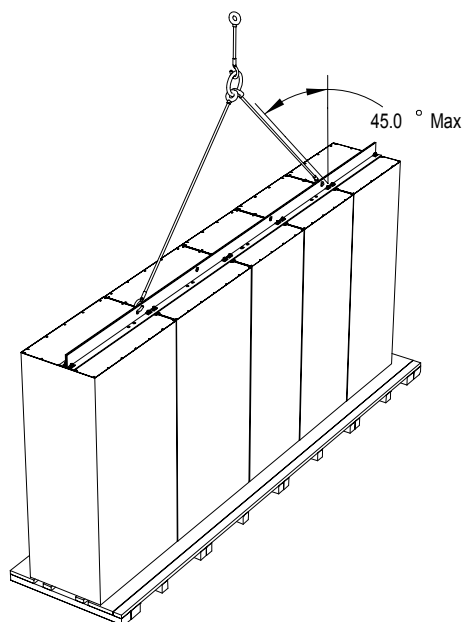



図 2.1　天井クレーン

### 2.3.2 コロ引き

この方法は傾斜がない場所に限り有効な方法であり、ドライブは床面に沿ってコロ引きされます。

1. 50.8 x 152.4 mm (2 x 6 インチ)の板または同等以上の部材で、ドライブの全長より 300 mm (12 インチ)以上長いものを、出荷時に取り付けた固定材の下に敷きます。
2. ドライブの全重量を鉄パイプが受けられるように、輸送用の固定材を鉄パイプ上で慎重に取り外します。
3. ドライブを所定の位置までコロ引きします。ドライブが振動して何かとぶつからないように注意してください。

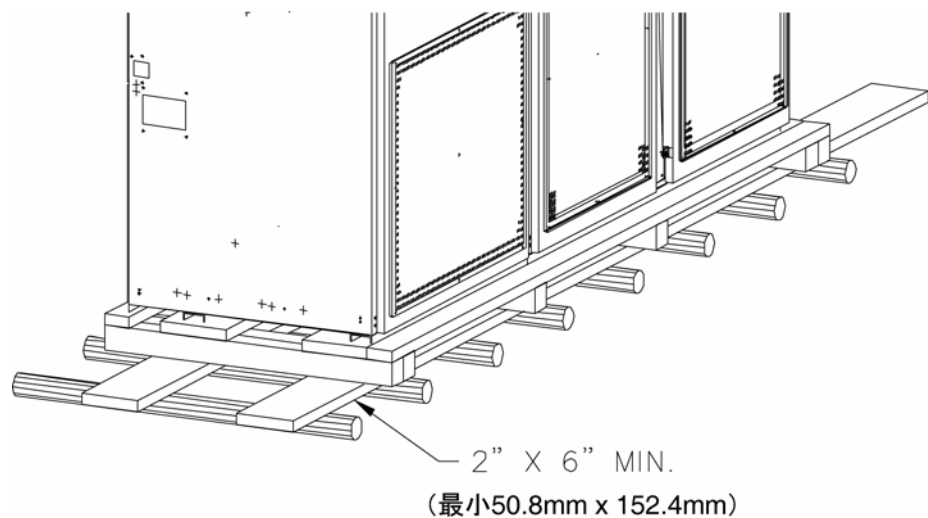



図 2.2　コロ引きによるドライブの運搬

### 2.3.3 フォークリフト

ドライブ盤の長さが 3 m 以下で、フォークリフトに十分な吊上げ容量がある場合は、1 台のフォークリフトを運搬用に使うことができます。ドライブ盤の長さがそれを超える場合は、2 台のフォークリフトをタンデム(縦列)にして運搬できます。

1. フォークをドライブの背面から出荷用固定材の開口部に差し込みます。
2. ドライブは通常、重量が不均等で片方が重いため、フォーク上でドライブのバランスを慎重にとるようにしてください。
3. ドライブが運搬中に振動しないように、安全索を使って固定します。

### 2.3.4 保管

ドライブを保管する場合は、清浄で乾燥した、埃がない場所に保管してください。

保管温度は-40～70°C (-40～185°F)の範囲内に保ってください。保管温度が変動したり、湿度が 85%を超える場合は、結露を防止するためにスペースヒータを使ってください。ドライブは十分な空調設備を持つ暖房された建物内に保管してください。ドライブを屋外に保管することは絶対にしないでください。

## 2.4 ドライブの据付け場所

### 2.4.1 環境条件

装置を据え付けて運転する場所の標準環境は、設計上では以下を想定しています。

- 標高は海抜 1000 m (3250 フィート)以下
- 周囲温度は 0～40°C (32～104°F)
- 相対湿度は 95%以下(結露なし)

上記以外の環境条件で装置を運転する場合は、ロックウェル・オートメーションの営業所にご相談ください。

装置は次の条件を充足する場所に設置する必要があります。

(A) 屋内で、水滴や他の液体がかからない場所であること

(B) 冷却用の清浄な空気があること

(C) 装置を据え付けおよび固定面が水平な床であること。固定用基礎ボルトの位置は外形図を参照してください。

(D) 装置が据え付けられる部屋には、装置のドアを全開できるだけの通路が必要で、通常、この寸法は 1200 mm (48 インチ)以上です。また、ファンを着脱するのに十分な天井高さも必要です。個の高さはドライブ上面から 700 mm (27.5 インチ)以上です。

*あるいは*

お近くのロックウェル・オートメーションの営業所にご照会いただけば、外形図を入手することができます。装置を裏面から保守する必要はありません。

(E) ドライブ上面から排気される冷却空気流のために、十分な天井高さを確保してください。ドライブに出入りする冷却空気は清浄でなければならず、通風路が障害物などで遮られないようにする必要があります。

(F) 空調設備を付けて装置の熱損失を吸収できるように、十分に広い部屋に設置してください。周囲温度は装置を定格運転するのに許容される温度を超えてはなりません。ドライブから発生する熱量は、駆動される電動機の出力と、室内に設置する機器の効率に直接的に比例します。熱負荷データが必要な場合には、お近くのロックウェル・オートメーションの営業所にご照会ください。

(G) ドライブは、溶接機器などによる無線障害が起きない場所に設置してください。無線障害は故障状態の誤検出を引き起こし、ドライブを停止させてしまうことがあります。

(H) 装置は清浄な状態にしておく必要があります。装置内に浸入した埃などは、システムの信頼性と冷却効率を低下させます。

(I) ドライブから電動機までの電力ケーブル亘長は、電圧と電流波形がほぼ正弦波なので理論上は無制限です。電圧型インバータと異なり、電動機の絶縁システムを損なう浮遊容量、dv/dt、異常電圧上昇などの諸問題はありません。PowerFlex 7000 高圧 AC ドライブが採用している CSI-PWM 方式では、ドライブから 15 km まで離れた電動機を駆動する試験をした結果、正常に機能することが確認されています。

(J) ドライブの機能に通暁した人だけが装置にアクセスできるようにしてください。

(K) ドライブは、前面から保守するように設計されています。ドアを全開できるように、前面側には十分で安全な空間を確保してください。装置の背面は壁に密着させてもかまいませんが、背面からのアクセスを望まれる場合は、ドライブを壁面から少し離して設置してください。背面からのアクセスを望まれる場合は、ドライブを壁面から 300 mm (12 インチ)離して設置してください。

**ドライブの適用や据付けが不適切であった場合は、コンポーネントに損傷をきたしたり、製品寿命を縮めたりすることがあります。周囲温度などの周囲条件が仕様範囲から外れていると、ドライブの故障を引き起こすことがあります。**

## 2.5 据付け

ドライブを据付け予定場所まで運んだら、出荷用固定材にドライブを固定していたボルトを取り外します。ドライブを出荷用固定材から取り外したら、出荷用固定材は廃棄してかまいません。

ドライブを設置したい場所に位置決めします。ドライブは必ず水平面上に設置し、基礎ボルトで盤を固定したときにドライブ盤が垂直になるように調整してください。

基礎ボルトの位置はドライブの外形図に示されています。

基礎ボルトを取り付け、締め付けます(M12 ボルトを使用してください)。耐震要件を充足するには、専用のボルトシステムを使用する必要があります。詳細は、工場にお問い合わせください。

盤上部の吊りアングルビームを取り外して保管してください。

吊りアングルビームを固定していたボルトを、ドライブ上部のタップを切った孔に取り付けます。これは冷却空気漏れを防止するとともに、盤内への埃の侵入を防ぐためです。

### 2.5.1 衝撃表示ラベル

衝撃表示ラベルは、装置に加わった機械的な衝撃を恒久的に記録する機器です。

工場における最終出荷段階で、衝撃表示ラベルがインバータ/コンバータ盤のドア裏面に取り付けられます。

輸送中から据付け中にかけて、ドライブはその機能を損ない兼ねない不注意による過度の衝撃や振動を受けることがあります。

ドライブを据付け場所に設置した後、インバータ/コンバータ盤のドアを開けて衝撃表示ラベルを検査してください。

ドライブには 10G を超える衝撃を受けた場合にそれを記録するラベルが出荷時に取り付けられています。このレベルを超える衝撃が記録されている場合は、山形をした 2 つの窓部のうちの 1 つが青くなります。

このレベルを超える衝撃が記録されている場合は、値を記録してください。輸送中や据付け中にこのような物理的な衝撃を受けると、ドライブ内部に何らかの損傷を受けている可能性が大きくなります。

衝撃表示ラベルに衝撃が記録されていなかった場合でも、第 4 章に示す試運転調整に従って、ドライブ盤内の損傷の有無を完全に検査し、確認する必要があります。

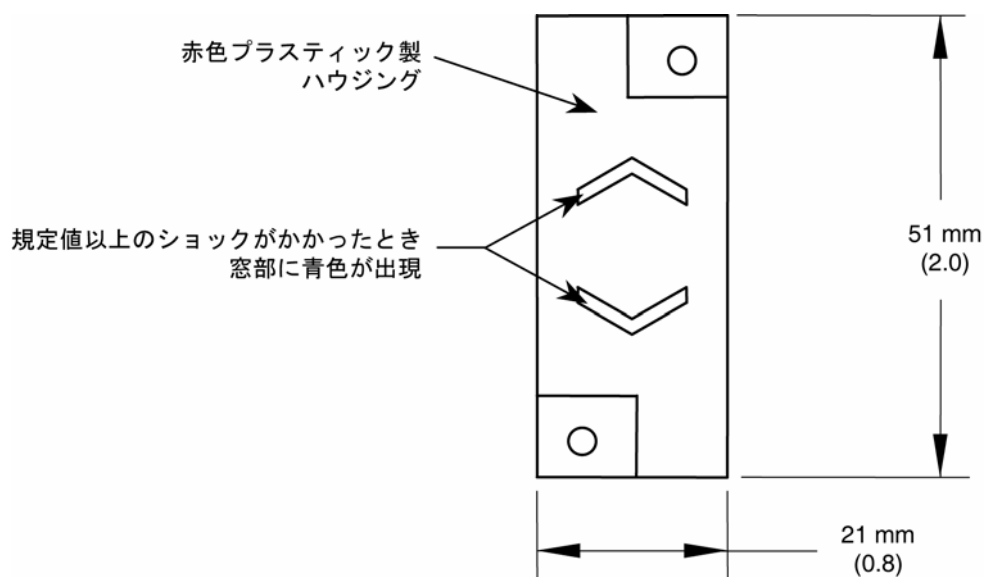



図 2.3　衝撃表示ラベル

### 2.5.2　排気フードの取付け

冷却ファン付きの盤の上面に、鉄板製の排気フードを取り付けます。排気フードを組み立てるためのコンポーネントは、ドライブと一緒に梱包されて出荷されており、低圧制御部/配線室盤の中にあります。

まず、ドライブのファン開口部を覆っている保護板を取り外します。これは平板のカバーで、ドライブの天井板にボルト締めされています。ボルトと平板を取り外します。これらはまた使うので横に置いておきます。

次に、ドライブと一緒に梱包されている 2 枚のL 型パネルを図 2.4に示すように粗組みします。

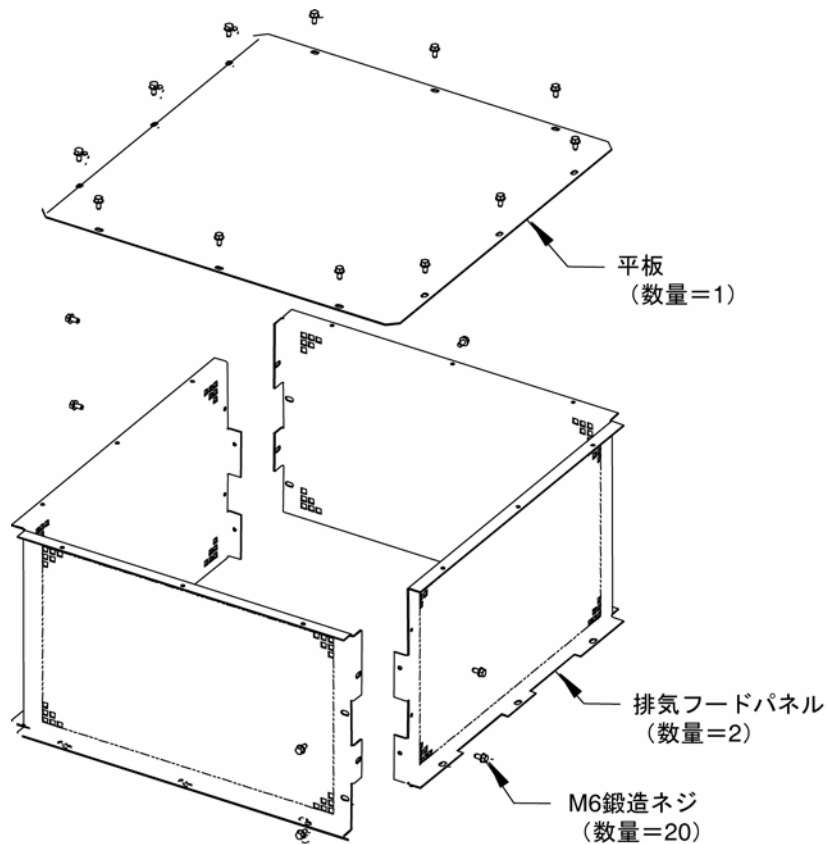



図 2.4　排気フードの組立て

図 2.5に示すように排気フードを盤の上部に取り付け、先ほど横に置いておいた平板カバーを再度取り付けます(下部フランジ上のノッチがドライブの側面を向くように丁寧に位置合わせします)。組み立てたフードをドライブの天井板に取り付け、すべてのネジをしっかりと締めてください。

注意

装置内に落としてしまったネジは機器の損傷や人的被害の原因になる可能性があるため、必ず回収してください。

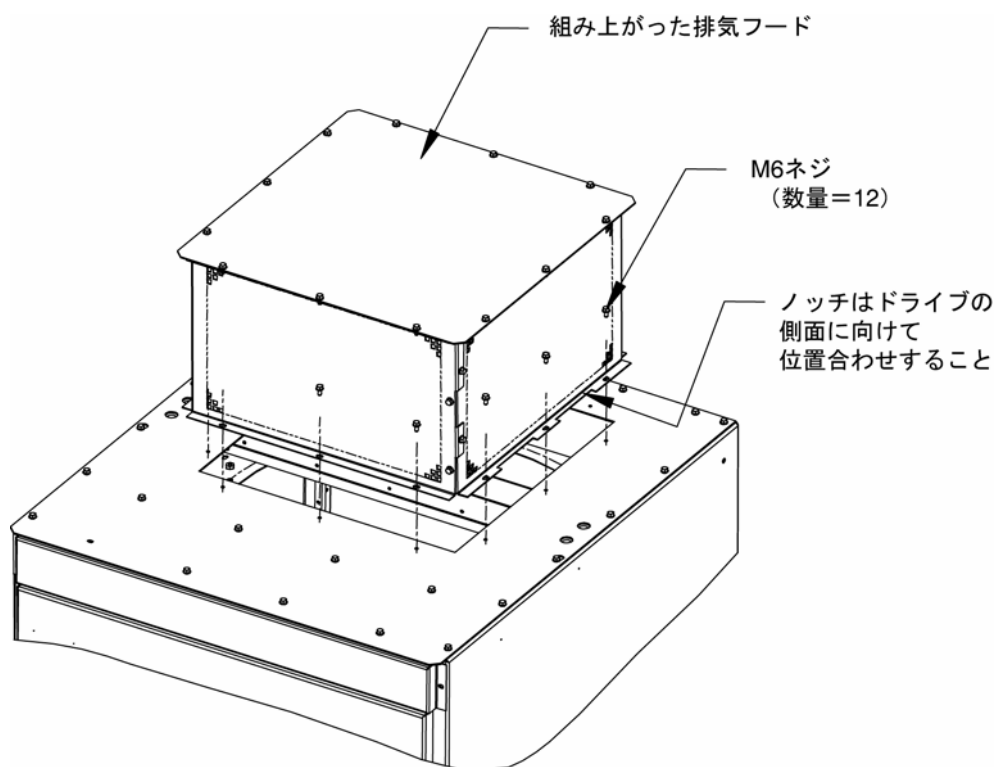



図 2.5　排気フードの取付け

## 2.6　外部ダクト

PowerFlex 7000 は、排気を制御室の外にダクト経由で排出できるように設計されています。排気ダクトを設定する場合は、制御室の外の環境を考慮する必要があります。ダクトを通じて排気を排出し、外部から清浄な空気を吸気するには、以下の条件を満たしている必要があります。

注意

ドライブの構成に複数の排気孔が含まれている場合は、加熱された排気のドライブへの還流を防ぐため、排気孔ごとにそれぞれ別のダクトを使用してください。

- 外部フィルタを含む外部ダクトによって、PowerFlex 7000 ドライブの通気システム内の空気圧を 50 Pa (0.2 インチの水面降下に相当)以上低下させないこと。
- 制御室の空気圧を外部よりやや高めに設定すること。これにより、フィルタ未適用の空気の室内への侵入を防止できます。

- このドライブは、砂塵の抑制策が特にとられていない環境でも動作するように設計されていますが、砂塵発生源の近くで正常に動作できる保証はありません。砂塵の密度は、IEC 7211 で 0.2 mg/m$^3$未満にするように規定されています。外部の空気がこの条件を満たさない場合は、米国暖房冷凍空調学会(ASHRAE：American Association of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers)標準 52.2 のMERV (Minimum Efficiency Reporting Value) 11 に従い、フィルタで濾過する必要があります。このフィルタリングでレンジ 2 (1.0～3.0 µm)の微粒子の 65～80%、レンジ 3 (3.0～10.0 µm)の微粒子の 85%を除去します。適切な通気を維持するため、このフィルタシステムは定期的に清掃または交換しなければなりません。

- 補給空気の温度が摂氏 0～40 度の範囲内であること。

- 相対湿度が 95%未満で結露がないこと。

- ドライブの熱損失の 5%は制御室にとどまるため、室内温度を定格内に維持するために、適切な対応がなされていること。

- 制御室への吸気が適切に維持されること。空冷が妨げられるとヒートシンク間の差圧が低下し、ドライブが停止する恐れがあります。

## 2.7　盤のレイアウトとドライブ盤外形図

以下に掲載している図面は一般的なものであり、ご注文いただいたドライブの図面とは異なる場合があります。これらは一般的なドライブの概要をご説明するために用意したものです。

外形図はオーダごとに作成され、ドライブの外観を示します。

外形図は装置の据付けに必要な重要情報を提供します。

上面図では以下のことを示します。

- 電力ケーブル引込み上面開口部のサイズと場所(A、B)
- 制御配線引込み上面開口部のサイズと場所(C)
- ファン用電力配線引込み上面開口部のサイズと場所(K)
- 装置前面の最小通路幅(N)

床面図では以下のことを示します。

- 装置を床に固定する基礎ボルトの位置(D)
- 床下面の電力ケーブル引込み開口部のサイズと場所(A、B)
- 床下面の制御配線引込み開口部のサイズと場所(C)
- 床下面のファン用電力配線引込み開口部のサイズと場所(K)

正面図では以下のことを示します。

- ファンの保守に必要なドライブ上面から天井までの最小間隔(K)

## 2.8 「B」フレーム PowerFlex 7000 の外面図

**注**：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

**注**：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

**注**：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

**注**：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

**注**：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

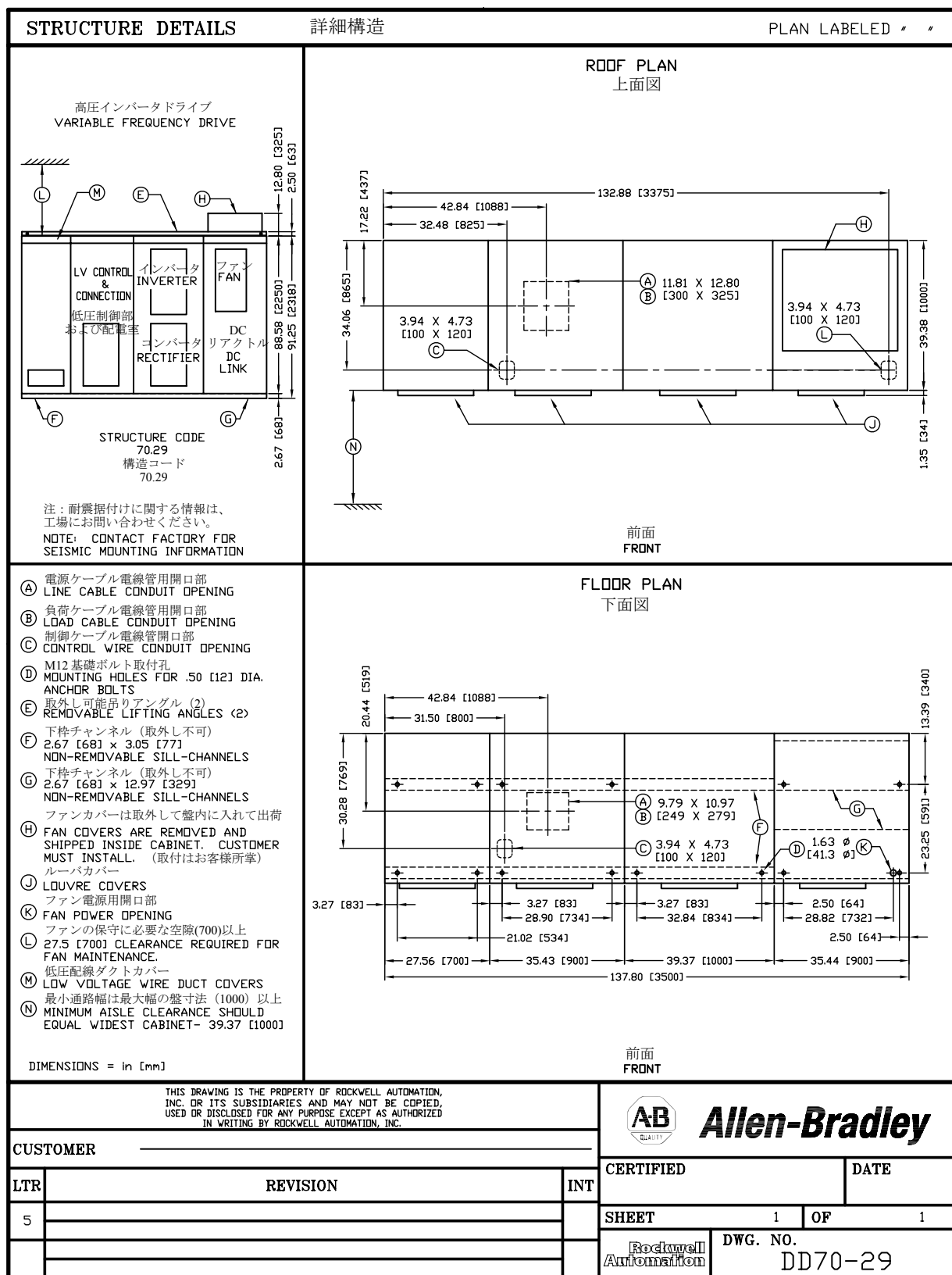
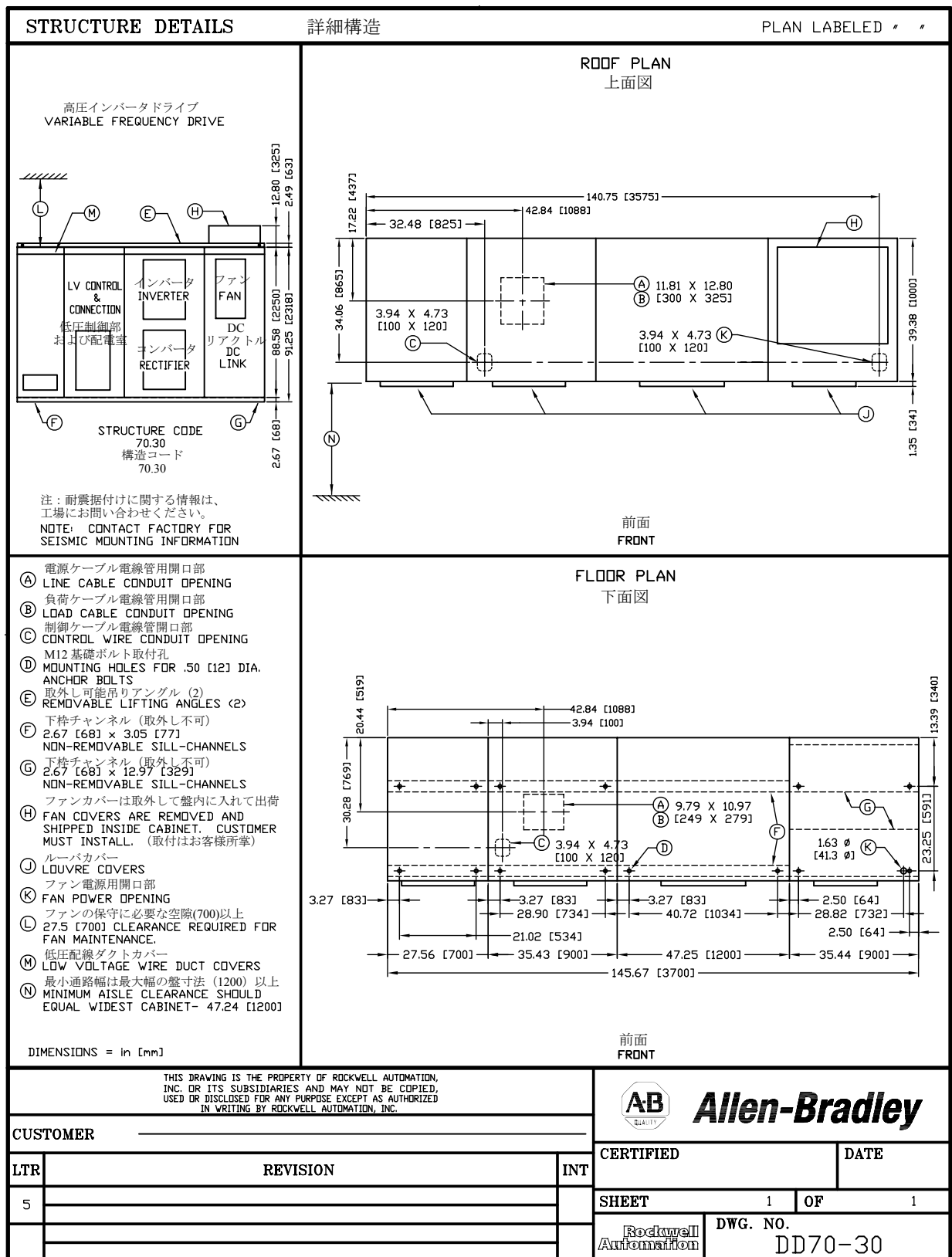
**注**：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

**注**：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

**注**：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

注：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

注：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

**注**：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

注：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

注：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

**注**：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

**注**：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

注：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

**注**：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

注：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

**注**：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

**注**：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

**注**：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

注：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

**注**：耐震据付けに関する情報は、工場にお問い合わせください。

## 2.9 低圧制御部/配線室盤

図 2.6、図 2.7、および図 2.8に、低圧制御部/配線室盤内の低圧制御部裏面のバリアを取り除いたところにある高圧部を示します。

**注意**：低圧制御部/配線室の構成には次の 3 種類があります。

- 18 相コンバータ(図 2.6)
- 6 相コンバータ(図 2.7)
- AFEコンバータ(図 2.8)

## 2.10 主要コンポーネント

以下に PowerFlex 7000 ドライブの各盤の典型的なレイアウトを図示します。

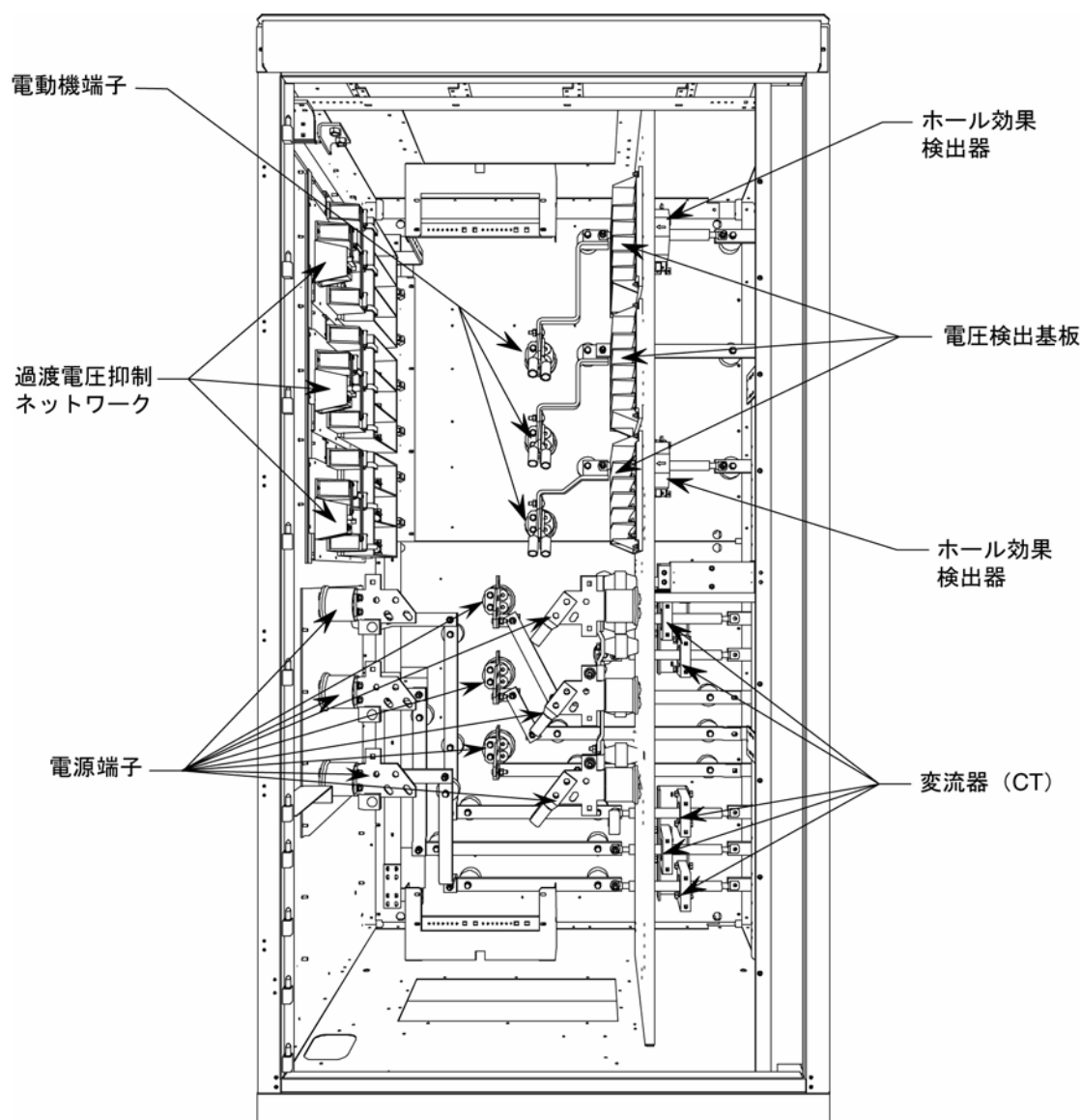



図 2.6 18 相コンバータ用低圧制御部/配線室盤レイアウト
(電動機フィルタコンデンサは示していません)

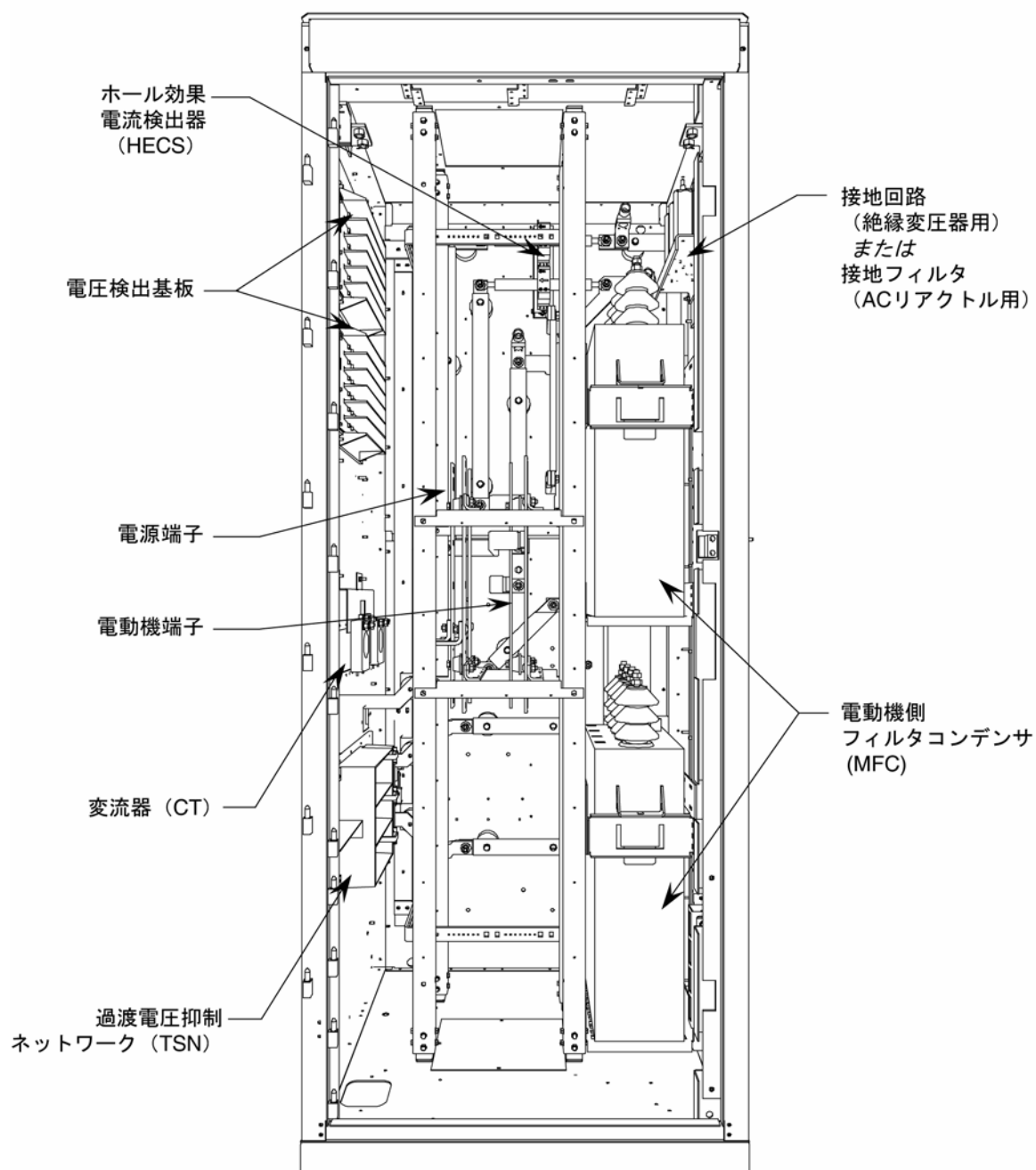



図 2.7　6 相コンバータ用低圧制御部/配線室盤レイアウト

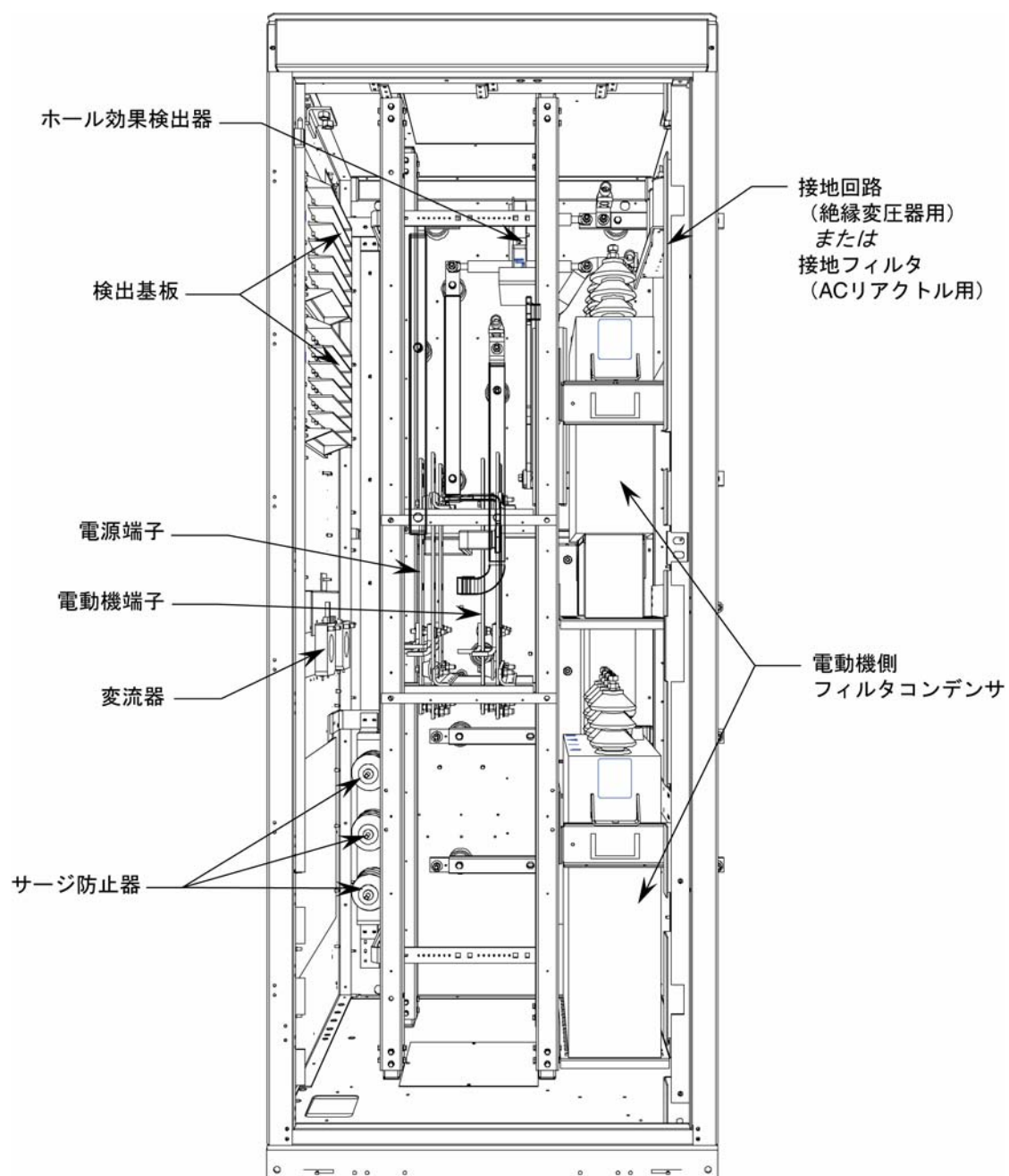



図 2.8　AFE コンバータ用低圧制御部/配線室盤レイアウト

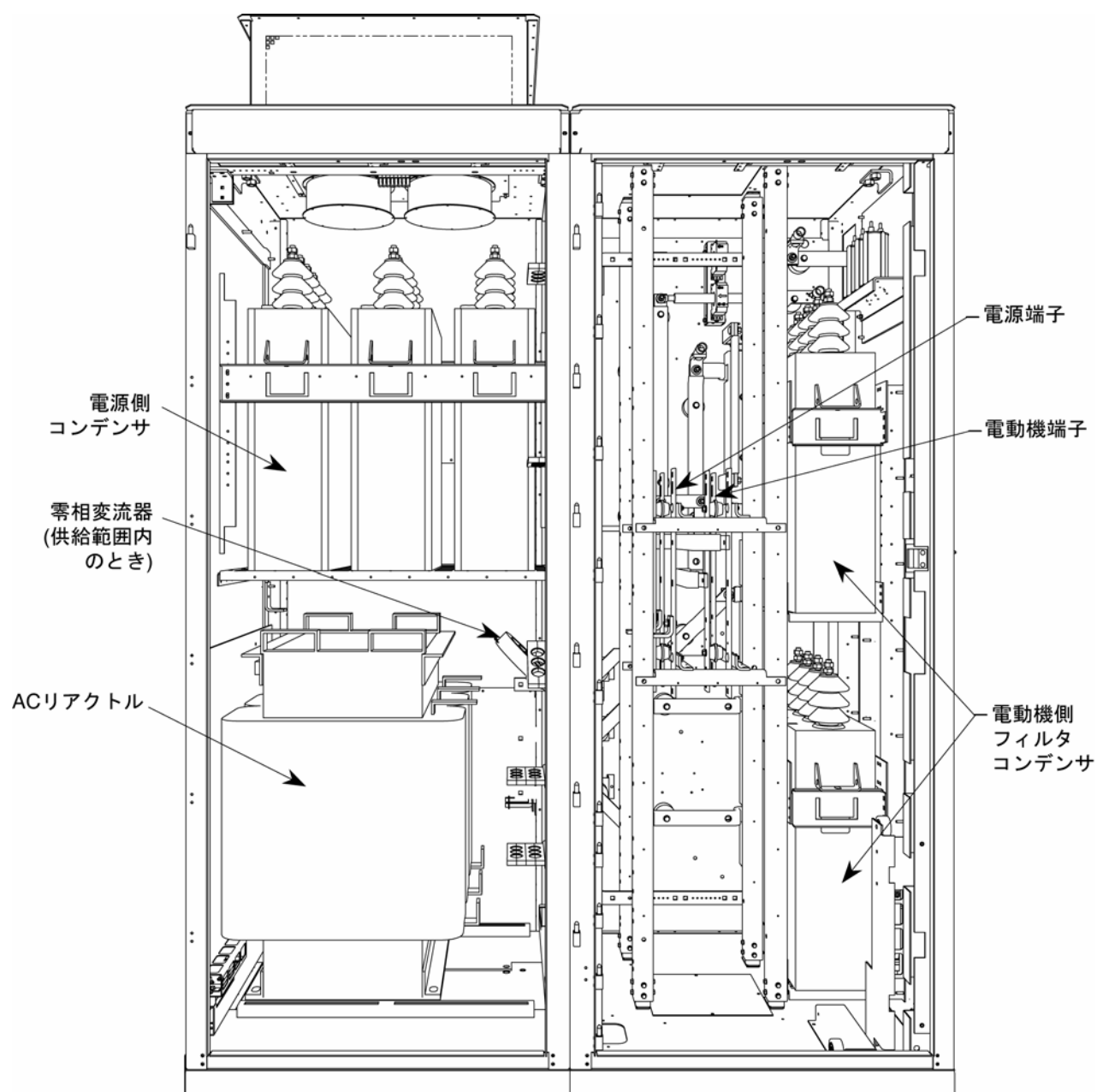



図 2.9　主回路接続盤と AC リアクトル盤

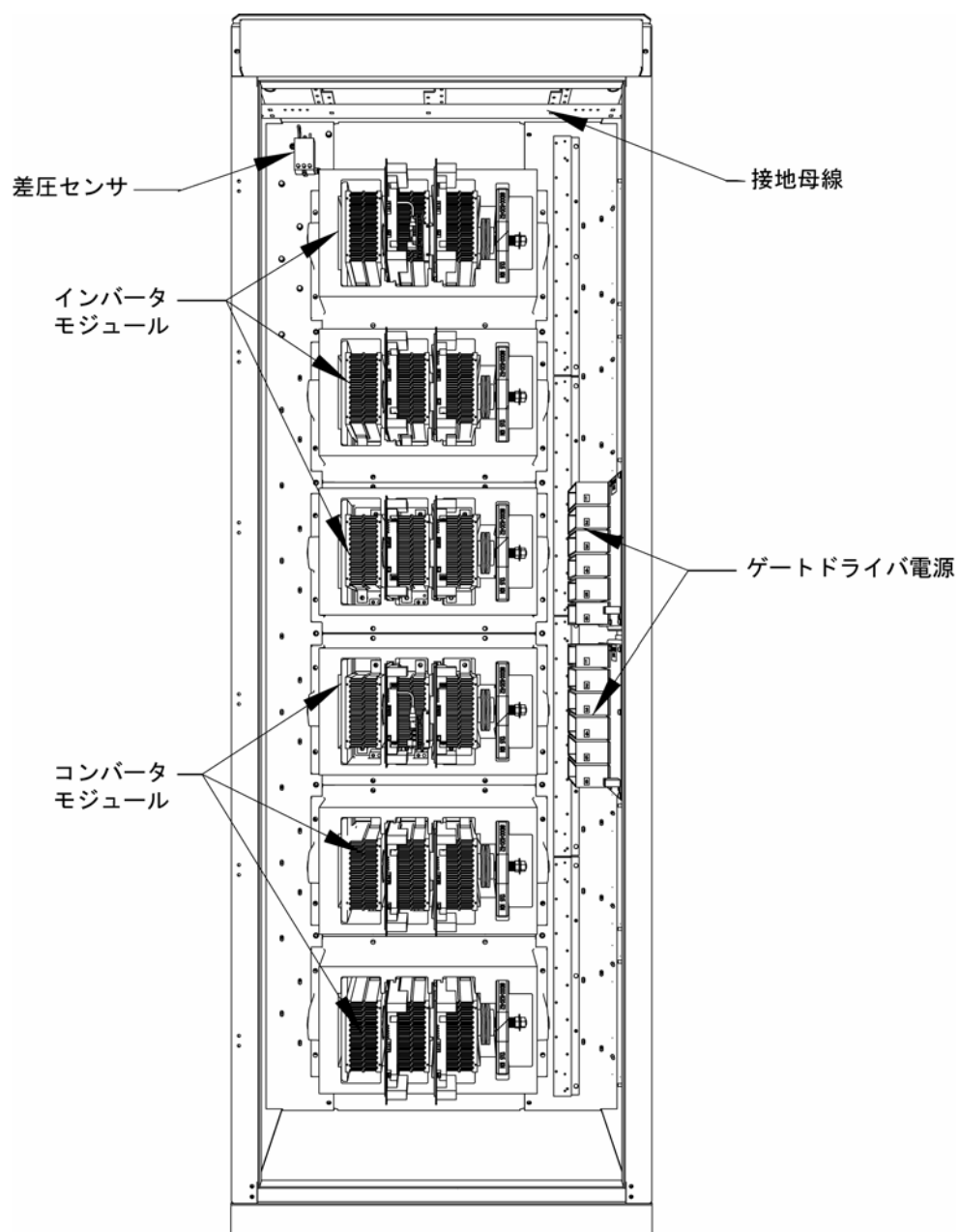



図 2.10　コンバータ盤の主要コンポーネント(2400V 級の盤)

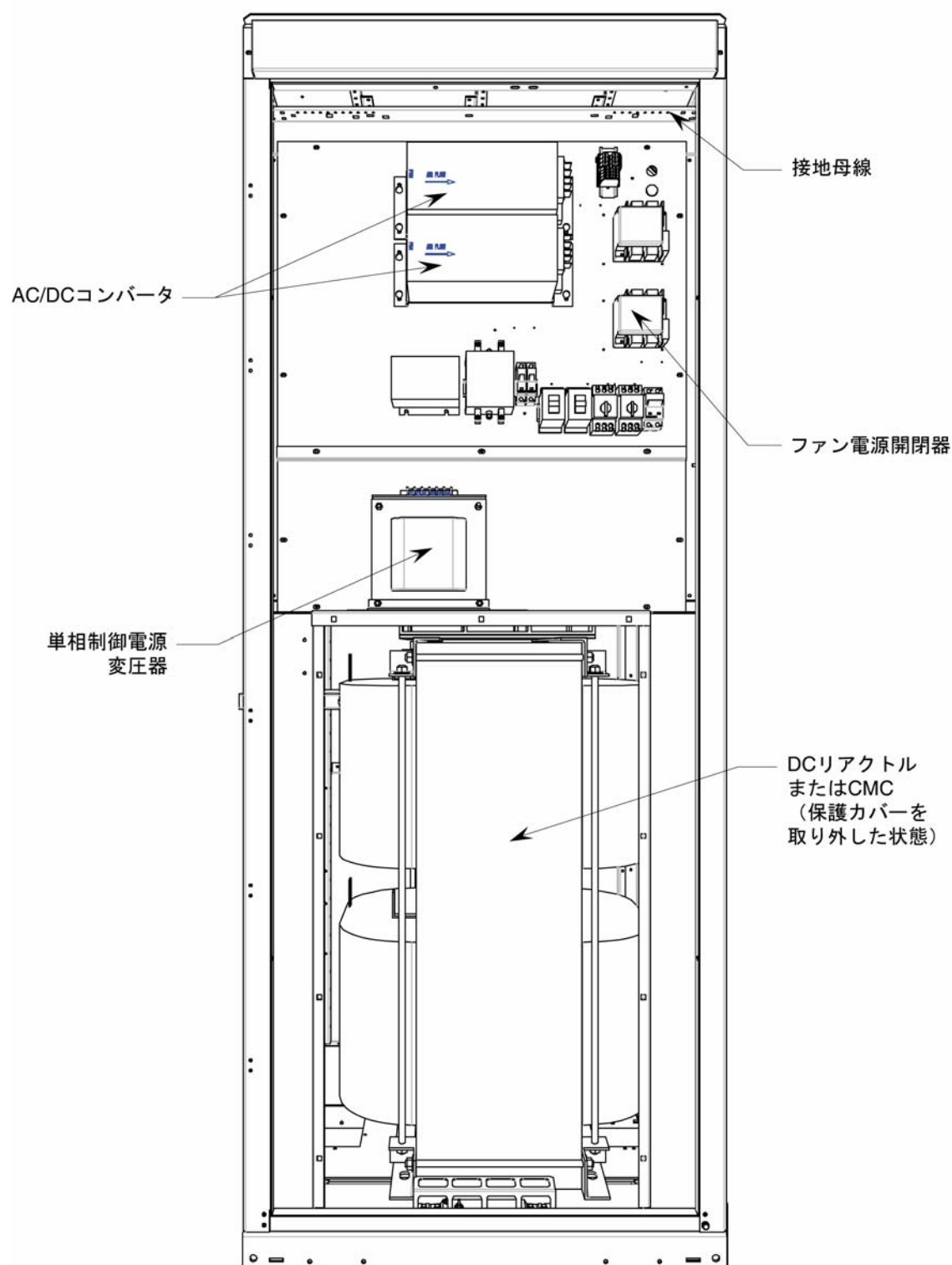



図 2.11　DC リアクトル/ファン盤の主要コンポーネント

## 2.11 IEC コンポーネントとデバイスの図面表記

PowerFlex 7000 用展開接続図の表記法は IEC (International Electrotechnical Commission)規格に基づいています。これは基本的に米国の ANSI (American National Standards Institute)規格と同様です。図面中でコンポーネントを示す記号は国際的に通用する記号を用いており、すべての記号を網羅したリストが、PowerFlex 7000 の展開接続図(ED：Elementary Drawing)の一部として提供されます。図面上でのデバイス表記法とラベルについての説明を付けたリストもそれぞれの図面に示しています。

配線の表記法は多心電線の始点/終点間ワイヤナンバー方式を採用し、システムが正常に機能することを保証しています。ワイヤナンバー方式はユニークで、一般的な制御および動力用配線において、分岐点あるいはある 1 点と他の 1 点間を結ぶ端子間配線ごとに固有の番号を割り振り、それをその配線用の端子番号とする方式です。図面上の配線表記がページ間にまたがるとき、あるいは同一ページ上でも 2 点間の配線が連続表記されない場合には、配線の切れ目に矢印を付け、相互につながる相手先の場所を座標として注記します。図面の座標はページ番号と接続先の X/Y 座標で示します。座標システムについては各図面ごとに説明があります。固有のワイヤナンバーシステムによって、ページ間あるいは図面間の配線も正しくトレースすることができます。多心ケーブルの各心線は通常、番号ではなく色で識別されます。図面上で色を示す略号については図面中に説明があります。

## 2.12 動力配線の選択

PowerFlex 7000 ドライブ製品の据付けに必要とされる一般的な配線材の選択法を示します。

**一般的な注意事項**：

スタートアップと商用運転でトラブルを起こさないために、以下に推奨する高圧ドライブ用動力ケーブルの絶縁レベルを忠実に守ってください。ケーブルの絶縁レベルは、同じ定格線間電圧の通常の電気機器の絶縁レベルよりも上げる必要があります。

シールドケーブルとシールドなしケーブルのどちらでも使用可能です。配線系統システム設計担当者の判断基準と、国内や地域の規格に基づいて決定してください。ただし、必要なケーブル絶縁定格が 2 kV を超える場合、NEC ではシールドケーブルの使用が義務付けられています。

## 2.12.1 ケーブルの絶縁クラス

PowerFlex 7000 ドライブ用ケーブルの絶縁についての要求事項を以下の表に示します。

表に示す電圧定格は、ピーク地絡電圧です。ケーブルの製造業者によっては、定格電圧として線間 RMS が使用されている場合もあります。必ず、次の表に示す定格を満たすケーブルを使用してください。

**絶縁変圧器付き 18 相および 6 相/AFE ドライブ用ケーブルの絶縁要件**

| システム定格電圧<br>(V、RMS) | ケーブル絶縁定格(kV)<br>(最大ピーク地絡) | |
|---|---|---|
| | 電源側 | 負荷側 |
| 2400 | ≥ 4.1 | ≥ 2.2 |
| 3000 | ≥ 5.12 | ≥ 2.75 |
| 3300 | ≥ 5.63 | ≥ 3.0 |
| 4160 | ≥ 7.1 | ≥ 3.8 |
| 6000 | ≥ 10.8 | ≥ 5.5 |
| 6300 | ≥ 11.4 | ≥ 5.8 |
| 6600 | ≥ 11.8 | ≥ 6.0 |

**ダイレクト・ツー・ドライブ(Direct-to-Drive)技術を利用するためのケーブル絶縁要件**

| システム定格電圧<br>(V、RMS) | ケーブル絶縁定格(kV)<br>(最大ピーク地絡) | |
|---|---|---|
| | 電源側 | 負荷側 |
| 2400 | ≥ 2.2 | ≥ 2.2 |
| 3000 | ≥ 2.75 | ≥ 2.75 |
| 3300 | ≥ 3.0 | ≥ 3.0 |
| 4160 | ≥ 3.8 | ≥ 3.8 |
| 6000 | ≥ 5.5 | ≥ 5.5 |
| 6300 | ≥ 5.8 | ≥ 5.8 |
| 6600 | ≥ 6.0 | ≥ 6.0 |

次の表に、PowerFlex 7000 ドライブを据付け配線するときに使われる一般的な電線の分類を示します。各分類の下には、次章で説明する配線を見分けるために使う配線グループ番号を示しています。各グループには推奨する配線とともに用途と信号の例も示しています。異なる電線グループ間の間隔についても、同一の配線棚上あるいは異なる電線管同士間での必要最小間隔をマトリックスで示しています。

配線棚内：　同一配線棚内の各電線グループ間の推奨間隔
電線管間：　異なる電線グループを通す電線管間の推奨間隔。
単位は mm、カッコ内はインチ。

| 電線分類 | 電線グループ | 用途 | 信号例 | 推奨ケーブル | 電線グループ | 動力 1 | 動力 2 | 制御 3 | 制御 4 | 信号 5 | 信号 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 電源 | 1 | AC 電源<br>(600V 超) | 2.3 kV、<br>3 相∅<br>AC 電源 | IEC/NEC 規格<br>または各国規格<br>と用途に<br>対応したもの | 配線棚内 | 228.6<br>(9.00) | 228.6<br>(9.00) | 228.6<br>(9.00) | 228.6<br>(9.00) | | |
| | | | | | 電線管間 | 76.2 (3.00)<br>電線管間 | | | | | |
| | 2 | AC 電源<br>(600V 以下) | 480V、<br>3 相∅ | IEC/NEC 規格<br>または各国規格<br>と用途に<br>対応したもの | 配線棚内 | 228.6<br>(9.00) | 228.6<br>(9.00) | 152.4<br>(6.00) | 152.4<br>(6.00) | | |
| | | | | | 電線管間 | 76.2 (3.00)<br>電線管間 | | | | | |
| 制御 | 3 | 115V AC<br>または<br>115V DC<br>ロジック | 制御リレー<br>PLC I/O | IEC/NEC 規格<br>または各国規格<br>と用途に<br>対応したもの | 配線棚内 | 228.6<br>(9.00) | 152.4<br>(6.00) | 228.6<br>(9.00) | 152.4<br>(6.00) | | |
| | | 115V AC<br>電源 | 電源<br>電源 | | 電線管間 | 76.2 (3.00)<br>電線管間 | | | | | |
| | 4 | 24V AC<br>または<br>24V DC<br>ロジック | PLC I/O | IEC/NEC 規格<br>または各国規格<br>と用途に<br>対応したもの | 配線棚内 | 228.6<br>(9.00) | 152.4<br>(6.00) | 152.4<br>(6.00) | 228.6<br>(9.00) | | |
| | | | | | 電線管間 | 76.2 (3.00)<br>電線管間 | | | | | |
| 信号 | 5 | アナログ信号<br>DC 電源 | 5-24V<br>DC 電源 | Belden 8760<br>Belden 8770<br>Belden 9460 | | | | | | | |
| | | ディジタル<br>(低速) | 電源<br>TTL 信号用 | | | | | | | | |
| | 6 | ディジタル<br>(高速) | パルス列<br>入力 PG<br>PLC 通信 | Belden 8760<br>Belden 9460<br>Belden 9463 | | | | | | | |

信号配線はすべて別々の電線管内を通す必要があります。
配線棚は不適当です。

各電線グループが入っている電線管同士の最小間隔は 76.2 mm (3 インチ)です。

Belden 8760：18 AWG、シールド付きツイストペアケーブル
Belden 8770：18 AWG、シールド付き 3 心ケーブル
Belden 9460：18 AWG、シールド付きツイストペアケーブル
Belden 9463：24 AWG、シールド付きツイストペアケーブル

**注 1**：PowerFlex 7000 ドライブ用の動力配線または制御用配線には、電線管の使用をお薦めします。信号配線には電線管が必要です。すべての動力配線、制御用配線または電線管は盤の電線管用開口部を通す必要があります。盤の保護構造を維持するため、適切なコネクタを使ってください。ドライブを EU 諸国で据え付けるときは、すべての制御回路と信号回路に電線管が必要です。電線管は盤へ 360 度いずれの方向からでも接続し、接続部での接地抵抗を 0.1 オーム以下とします。これが EU 諸国で制御および信号配線作業をする際の通常作業です。

**注 2**：各配線グループ間の推奨間隔は、平行配線する距離が 61m (200 フィート)以下の場合の最小値です。

**注 3**：シールドの接地はお客様の責任でお願いいたします。2002 年 11 月 28 日以降に出荷されたドライブの場合、シールドはドライブ基板から取り外されています。2002 年 11 月 28 日より前に出荷されたドライブの場合、すべてのシールドはドライブ側の終端に接続されており、ケーブルのお客様側の終端でシールドを接地する際には、接地前にこれらの接続を取り外す必要があります。ある盤から別の盤へのケーブルのシールドは、信号源の終端だけを接地します。シールドケーブルを繋ぎ合わせる必要があるときは、シールドは繋げたままとし、アースから絶縁します。

**注 4**：AC 回路と DC 回路は、それぞれ別の電線管か配線棚内を通してください。

**注 5**：電動機配線による電圧降下は電動機の始動や運転性能に悪影響を及ぼすことがあります。ドライブの据付けおよび使用の際には、IEC/NEC で指定されているサイズより大きめのサイズの電線が必要になることがあります。

表 2.A　PowerFlex 7000 ドライブで使用する電線一覧

電線サイズは、適用されるすべての安全規格と CEC、IEC、または NEC の規格、および各国規格に適合するように、個々の配線ごとに選定することが必要です。許容最小配線サイズにしたからといって、運転時の電力消費が必ずしも最小になるとは限りません。ドライブと電動機間の電線の最小推奨サイズは、電動機が商用電源に接続された場合に使用される電線サイズと同一です。ドライブと電動機間の距離は、使用する導体のサイズに影響を与えることがあります。

展開接続図と、適用される CEC、IEC、または NEC 規格を参照して、適切な動力ケーブルサイズを決定してください。助言が必要な場合は、お近くのロックウェル・オートメーションの営業所にご相談ください。

## 2.13 電源ケーブルの引込み

このドライブは、動力ケーブ　ルを天井または床面のケーブル引込口から引き込むように設計されています。

配線室盤の天井と床面のケーブル引込み口には覆い板が取り付けられており、ご注文いただいた仕様に基づいて作成される外形図に示されています。

### 2.13.1 電源用主回路端子にアクセスするには

- 低圧制御部盤のドアを開きます。低圧制御部コンパートメントは盤の左側にヒンジで取り付けられており、手前に開くことができます。電源用主回路端子は低圧制御部の背面にあります。
- 低圧制御部コンパートメントは、高圧回路が断路されているときしか開くことができないようにキーインターロックで保護されています。
- 低圧制御部コンパートメントの右側にある 3 箇所のラッチを、8 mm の八角キーレンチを使って 90 度回転させます。低圧制御部コンパートメントの右側に引きハンドルがあります。
- ゆっくりとハンドルを手前に引いて、低圧制御部コンパートメントを開きます。主回路端子が見えるようになります。

動力ケーブルを接続するために規格に適合するよう接続用プレートを加工することは、配線工事業者の責任です。

盤の保護構造を保つために、必ず適切なコネクタを使ってください。

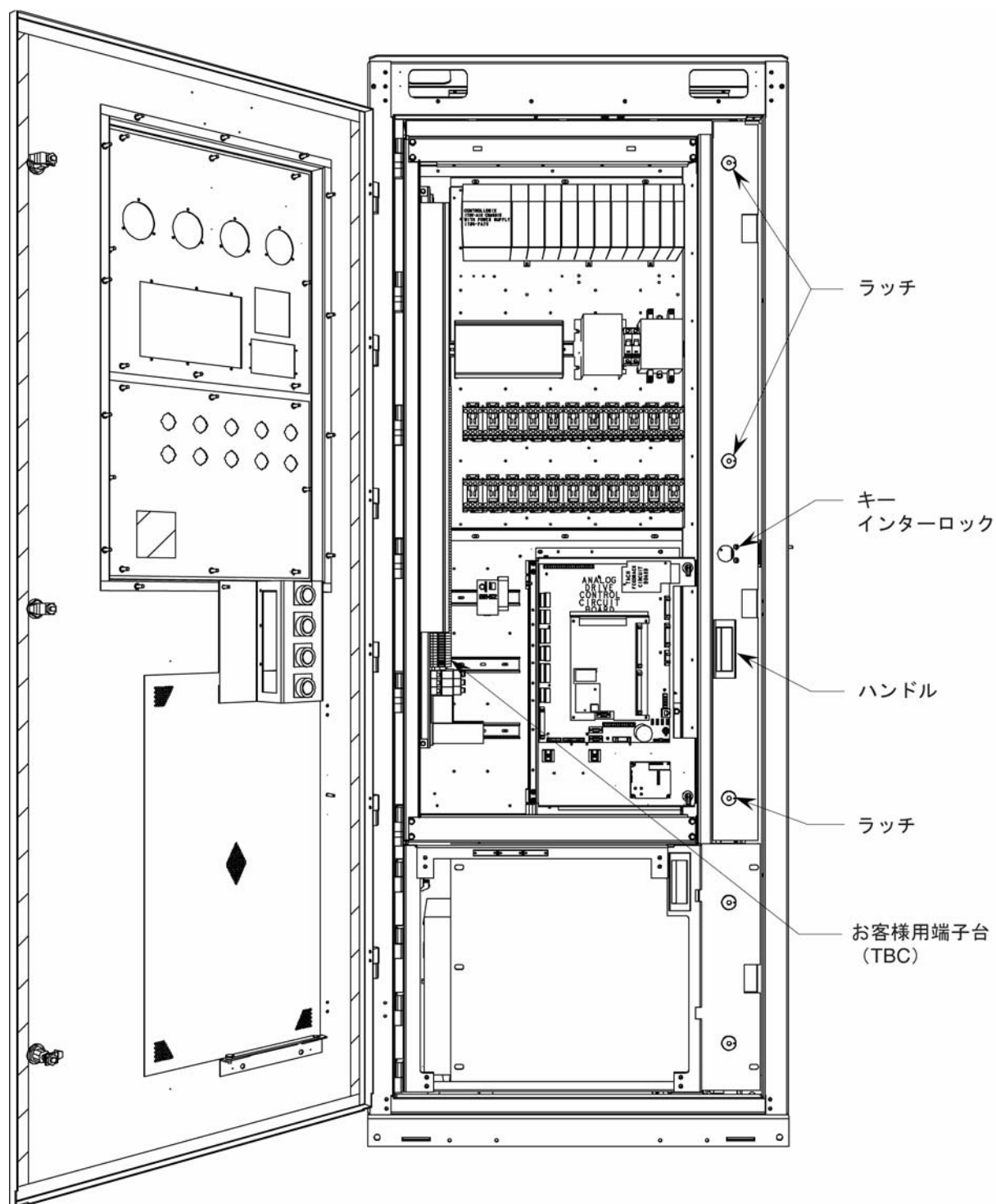



図 2.12　低圧制御部コンパートメントの開け方

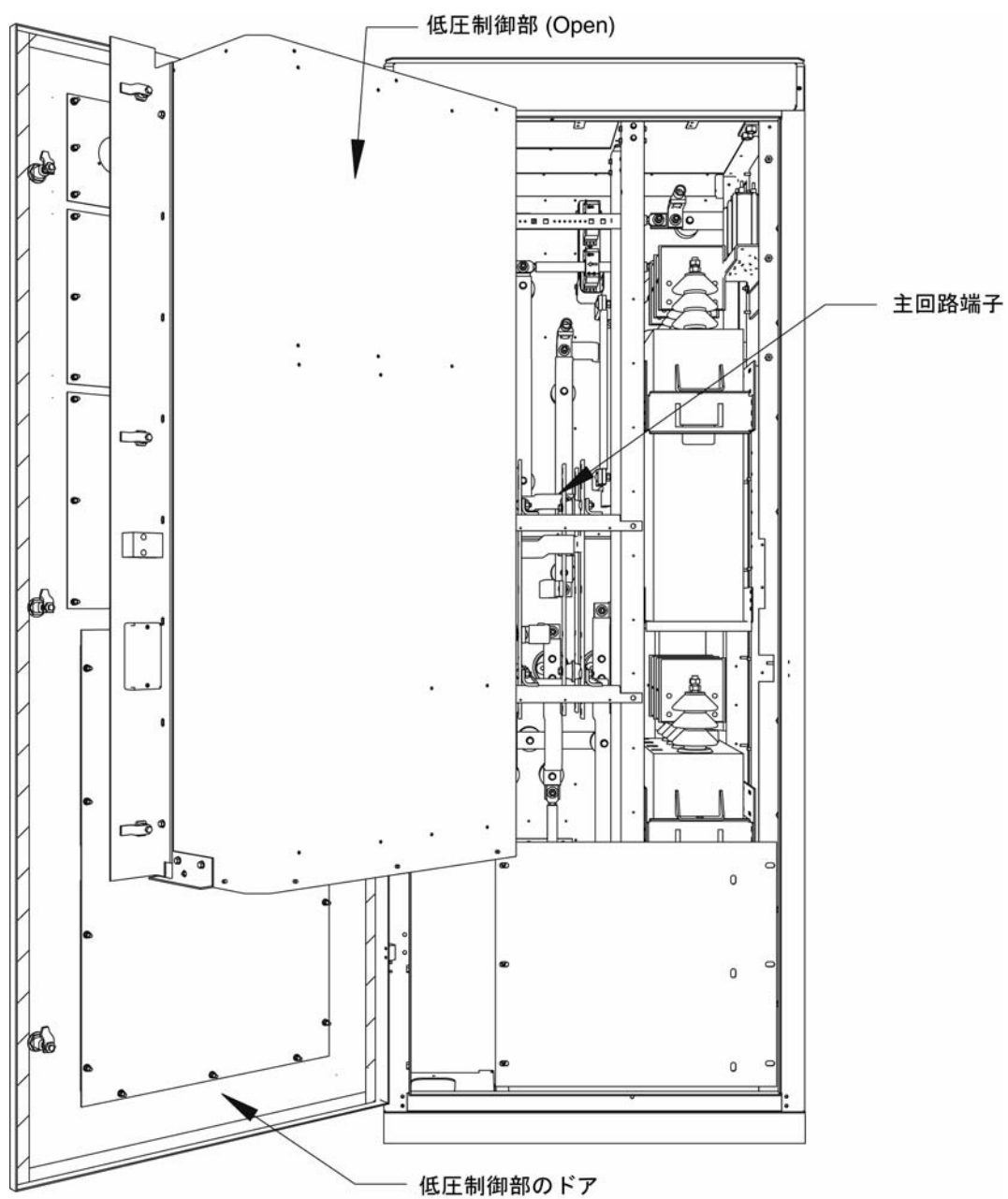



図 2.13　主回路端子の場所

# 2.14 動力ケーブルの接続

配線工事業者は上流側電源にインターロックが施されており、それが正常に機能することを確認する必要があります。

動力ケーブルの接続を各国の電気規格に適合して正しく施工することは、配線工事業者の責任です。

ドライブにはケーブルラグが付属しています。主回路端子は次のようになっています。

## 2.14.1 主回路端子

- 6 相/AFE ドライブ： 2U、2V、2W
- 18 相ドライブ
  - 2 次巻線(0 度) 2U、2V、2W
  - 2 次巻線(-20 度) 3U、3V、3W
  - 2 次巻線(+20 度) 4U、4V、4W
- 電動機接続端子 U、V、W

## 2.14.2 動力ケーブル配線工事に関する要求事項

次の 2 つの図を以下に示します。

- 6 相/AFE ドライブの 900 mm 幅低圧制御部/配線室盤の正面図
- 主回路端子詳細寸法図(18 相)

盤の天井または床面から主回路端子までの配線長は、図 2.15を参照して決定してください。

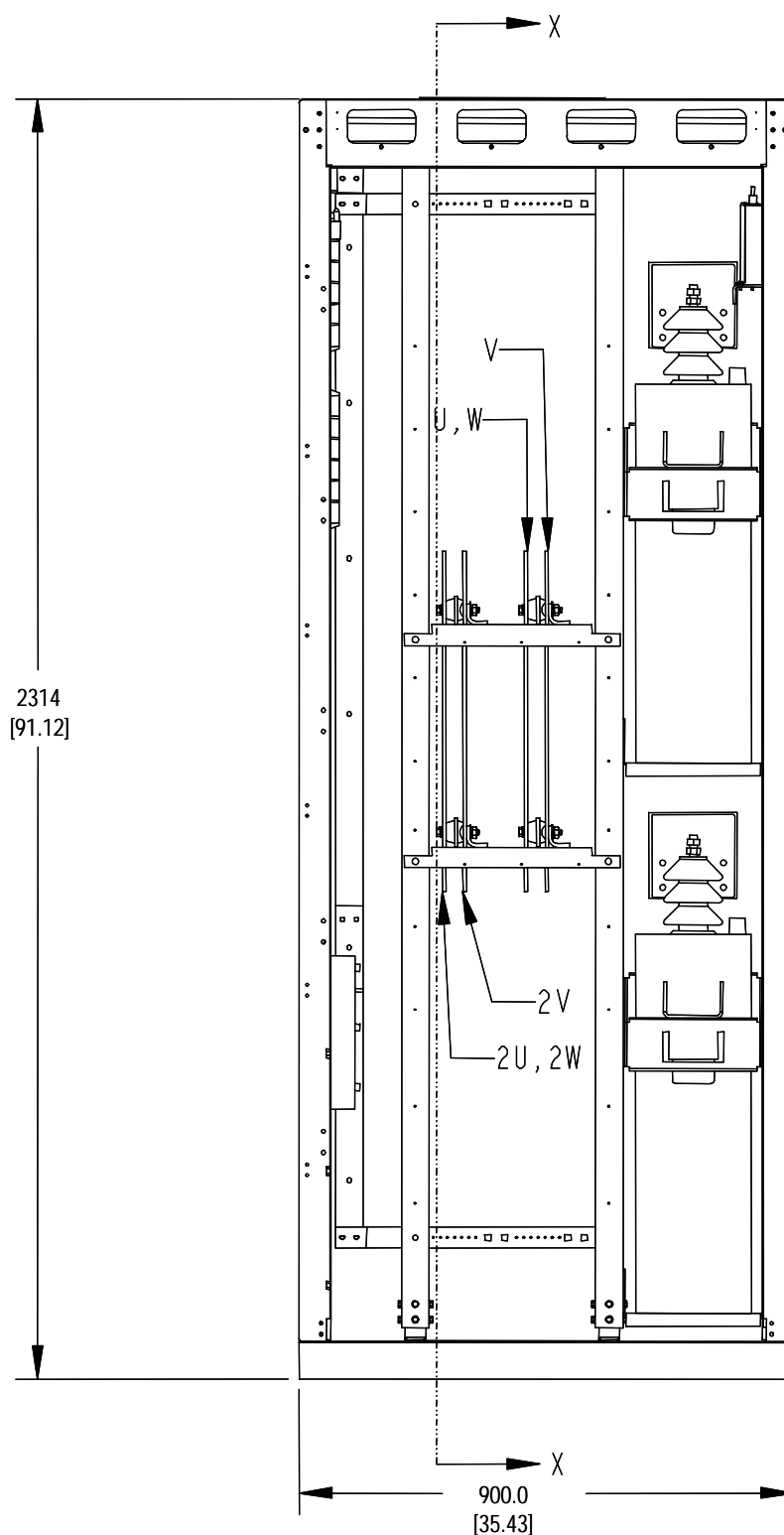



図 2.14　900 mm 幅低圧制御部/配線室盤の正面図(6 相/AFE ドライブ)

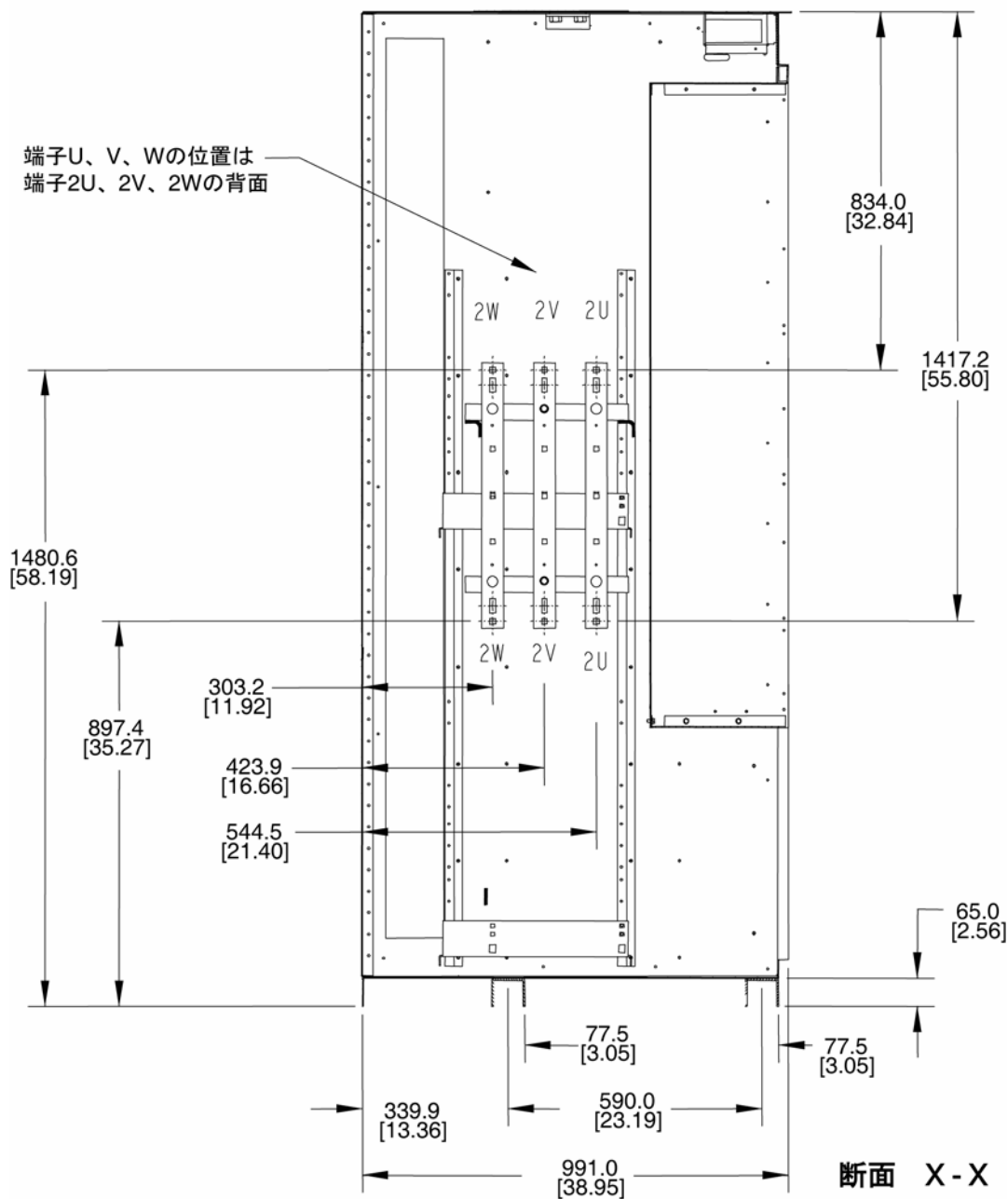



図 2.15 主回路端子詳細寸法図(6 相/AFE ドライブ)

主回路端子部を適正なトルクで締め付けることは配線工事業者の責任です。(本マニュアルの付録 B「鍛造ネジの締付けトルク」を参照してください。)

このドライブには、主回路近くにケーブルのシールド用接地端子とストレスコーンを設けています。

## 2.15　動力および制御配線

運搬を容易にするために 2 つまたはそれ以上に分割されて納入されるドライブ製品(ドライブとインプットスタータなど)では、動力と制御配線を再接続する必要があります。分割された部分を連結した後、展開接続図に基づいて動力と制御配線を再接続してください。

### 2.15.1　制御ケーブル

盤の制御ケーブル用引込み/引出し孔は端子台「TBC」(Terminal Block for the Customer)の近くになければなりません。お客様がケーブルを端子台に接続する際は「TBC」の未接続部に沿って配線してください。制御配線用端子台には最大AWG #14 の配線まで接続可能です。弱電信号(4～20 mAを含む)は、少なくともAWG #18 以上のツイストシールドケーブルを使って接続してください。(お客様がW4 端子台をお使いいただくとき接続できる電線サイズは #22-#10 AWGで、これに対応する導体サイズは 0.5～4.0 mm$^2$です。)

特に注意しなければならないのは PG 信号です。(電動機の回転方向を検出するために) 90 度の位相差を持った 2 組の PG 入力があります。PG 電源は絶縁されており、電圧は対地電位+15V です。PG 出力は多くの場合、オープン・コレクタ出力になっており、その場合に適切な信号がシステムロジックに確実に供給されるようにするには、プルアップ抵抗を追加しなければなりません。(PG 付きドライブの必要性については、付録 A の「PG 付きドライブの選択」を参照してください。)

**重要**　弱電信号はツイストシールドケーブルを使って接続しなければなりません。シールドは信号源側の端子だけに接続します。他端のシールドは電気テープを巻いて絶縁します。接続は展開接続図に従って行なってください。

### 2.15.2　エンコーダ取付けのガイドライン

エンコーダ出力をドライブに伝送するときに発生することが最も多い問題は、信号歪みと電気ノイズです。いずれもエンコーダデータ数の増加や減少(直角位相エンコーダの場合)、位置データの破壊(絶対位置検出エンコーダの場合)を引き起こす可能性があります。これらの問題は、適切な取付けと配線がなされていれば、ほとんど避けることができます。ここでは、お客様の据付け場所における一般的な機器の取付けのガイドラインと推奨手法を説明します。いずれのエンコーダ基板も、直角位相エンコーダと絶対位置検出エンコーダの違いに関係なく、対象となります。

- **放射ノイズと伝導ノイズからの保護**

マシンまたはシステムの電源配線および信号配線の接続と敷設については十分な注意が必要です。すぐ近くのリレー、ソレノイド素子、変圧器、電動機ドライブの非線形負荷からの放射ノイズが信号ケーブルに重畳し、望ましくないパルスを生成する可能性があります。さらにエンコーダがすぐ近くの信号ケーブルにノイズを誘起することもあります。

放射ノイズや伝導ノイズの影響を避けるには、動力ケーブルと信号ケーブルを少なくとも 75 mm(3 インチ)離して配線してください。システム内で配線が重なる箇所については、動力ケーブルと信号ケーブルが直角に交差するように配線してください。信号用配線にはシールド付きツイストペアケーブルを使い、それぞれ別の電線管を通して建物の接地に接続してください。

エンコーダの電線とシールドは、エンコーダからドライブまで途切れないように接続してください。途中で端子箱内の端子台に接続すると、放射ノイズや接地ループが生成される可能性があります。

エンコーダが安定して正しく機能するように、エンコーダのケースは必ず建物の接地に接続してください。ほとんどのエンコーダには、取付けブラケットやマシン経由で接地できない場合に備え、ケースに接地用のコネクタ/ケーブルペアが装備されています。エンコーダのケースは、マシンとケーブル配線の両方で接地**しないでください**。ケーブル配線が長い場合は、100%シールドで被膜された低キャパシタンス(40pf/ft 以下)のケーブルを使用し、シールドはドライブ側だけで接続してください。

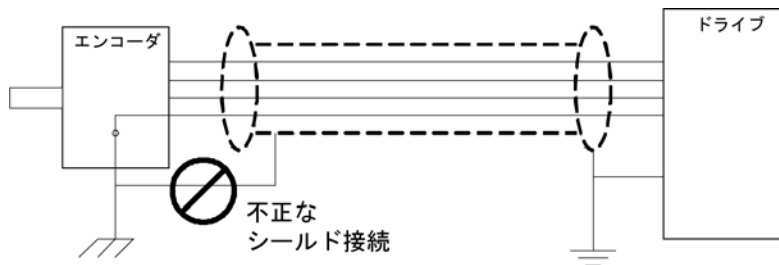



図 2.16　主回路端子詳細寸法図

電気ノイズに対する保護をさらに強化するには、コンプリメンタリ出力タイプのエンコーダを使い、ツイストペアケーブルを使って接続します。このタイプのケーブルでは、誘導電流は自己解消されます。

最後に、単一点接地に接続するシステム内の他のすべての部分とともに、シールドを接地します。これにより、電動機、リモート制御スイッチ、および磁界で生成された高電流による磁束で引き起こされる接地電位の変動が抑制されます。

- **信号歪み**

信号歪みの主な原因はケーブル長であり、さらに具体的に言えば、ケーブルのキャパシタンスです。通常、ケーブルの配線が長くなるほど、受信側で信号歪みが発生する可能性は高くなります。受信側が反応するのは論理「0」または論理「1」であり、その間の領域は定義されておらず、この領域での切換えは 1.0us 以内でなければなりません。波形の先端に歪みがあると、この切換え時間が長くなります。その結果、レシーバが不安定になり、エンコーダデータ数が増加したり減少したりすることがあります。

エンコーダの受信電子回路における信号歪みの影響を軽減するには、以下のガイドラインに従ってください。

1. 低キャパシタンスのケーブルを使用してください。キャパシタンス値が 120pf/m (40pf/ft)未満のケーブルを購入します。たとえば、Belden 1529A は 18 AWG3 心ケーブルで、キャパシタンス値は 114pf/m (35pf/ft)です。

2. シールドで 100%被膜されたツイストペアケーブルを使用する。これは特に直角位相エンコーダの場合に重要です。絶対位置検出エンコーダの場合も効果はありますが、このタイプのエンコーダは直角位相エンコーダとは周波数スペクトルが異なるため、単心ケーブルが使用可能です。どちらの場合も、エンコーダの製造元に推奨ケーブルを問い合わせてください。

3. ケーブル長は実用的な範囲内でできる限り短くします。ロックウェル・オートメーションが推奨するケーブル長は以下のとおりです。

   a) 20B-ENC エンコーダの場合、最大 65m (200 フィート)。個の長さを超えると過剰なサージ電流の原因になります。このタイプのエンコーダの動作周波数は、使用されている AC 終端により、この推奨の長さとはなんら関係ありません。ただし、ケーブルの特性インピーダンスが 348Ω 前後になるように周波数を維持すれば、サージ電流が抑制され、最大長を 100m (330 フィート)まで伸ばすことも可能になります。

   b) ユニバーサル・エンコーダ・インターフェイスの場合、最大ケーブル長は 100 Khz で 200 m (650 フィート)まで伸ばせます。さらに 55Khz 未満の周波数では 500m まで伸長可能です。この長さを超える配線は、ケーブル全体の電圧を低下させ、エンコーダの許容値未満になる可能性があるため推奨されません。

- **使用されない入力**

直角位相エンコーダ、絶対位置検出エンコーダのどちらも、すべての入力を使うわけではありません。たとえば、絶対位置検出エンコーダは 12 ビットエンコーダを受け入れますが、それより低い分解能では機能しません。同様に、直角位相エンコーダでは Z トラックが使われない場合があります。使用されない入力は次のように扱ってください。

1. 20B-ENC 基板：使用されない入力はすべてエンコーダの電源レールに接続します。パルスジェネレータを使用する場合は、B と B'入力も含まれます。この措置を行わないと位相ロス警告が発生し、エンコーダのフィードバックロジックが正しく動作しなくなります(カウント損失)。

2. ユニバーサル・エンコーダ・インターフェイス：直角位相インターフェイスとして使用する場合は、20B-ENC 基板の場合と同様の措置を講じます。絶対位置検出エンコーダインターフェイスとして機能している場合、使用されない入力の配線は POL_QRDNT ジャンパの位置によって決まります。ジャンパが装着されている場合は、使用されない全入力を ENC PWR に接続し、装着されていない場合は ENC COM を使用します。

### 2.15.3　主回路端子に関する情報

主回路端子ユニットは、上面または底面の主回路端子引入れ口に装着できます。

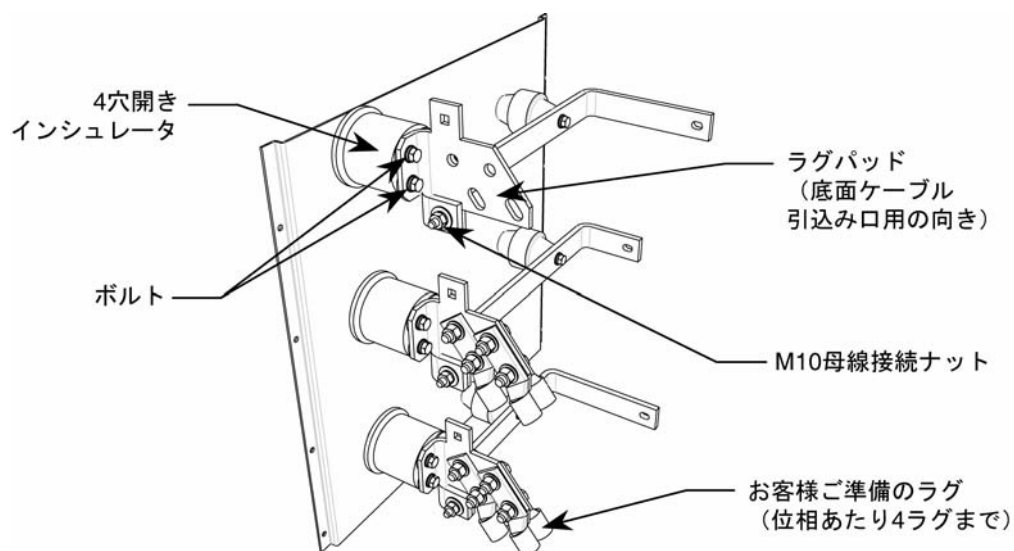



図 2.17　典型的な主電源端子
(底面のケーブル引入れ口用の組立て – 18 相)

上面のケーブル引入れ口に取り付ける場合は、ラグパッドをいったん取り外して、図 2.18に示すように向きを変える必要があります。ラグパッドを外すには、M10 母線接続ナットを取り外します(17 mmの 8 角スパナが必要)。ラグパッドを 4 穴開きインシュレータに固定している 2 つのボルトを取り外します。電気接続の締めトルクについては、「付録B」を参照してください。

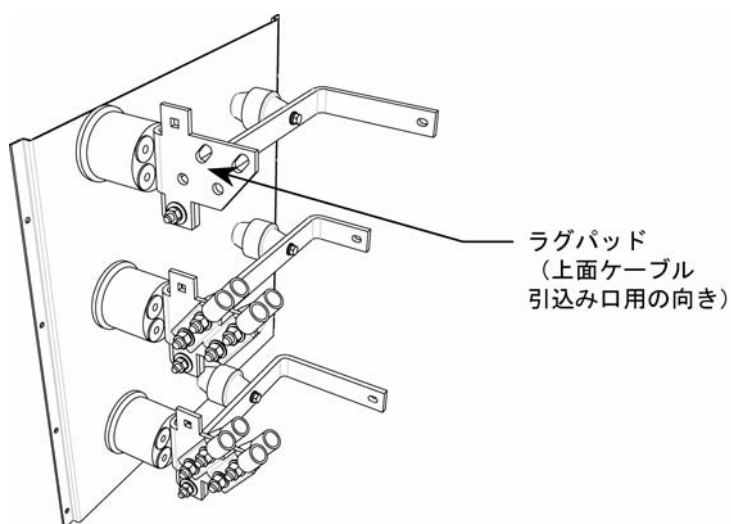



図 2.18　典型的な主電源端子ユニット
(上面ケーブル引入れ口用に変更した状態 – 18 相)

## 2.16　接地方式

接地する目的は次のとおりです。

- 人の安全を守る。
- 露出部の対地電位が危険電圧になるのを制限する。
- 地絡事故時に接地過電流装置が適切に作動できるようにする。
- 電気的な干渉を抑制する。

**重要**　**一般的に装置の外部で接地するときのやり方は、カナダ電気規格(CEC：Canadian Electrical Code)、C22.1、米国電気規格(NEC：National Electrical Code)、NFPA 70、および各国の該当する電気規格に適合していなければなりません。**

接地線の接続については、以下の接地図を参照してください。ドライブの接地母線は、システムの接地線と接続する必要があります。この接地母線が、ドライブ盤内のすべての接地のための共通接地点となります。

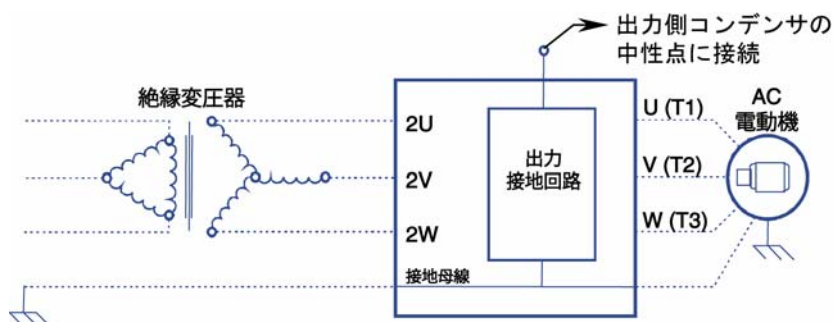



図 2.19　絶縁変圧器適用時の接地方法

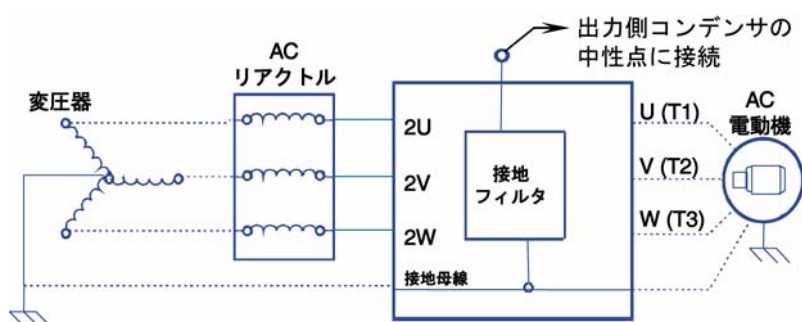



図 2.20　AC リアクトル適用時の接地方法

サブステーションの変圧器からドライブに給電する電源ケーブルは、フィーダごとに適切なサイズの接地ケーブルを使用しなければなりません。電線管やケーブルの外装を、それら自体の接地用に使うことは適切ではありません。

絶縁変圧器を適用する場合、スター接続 2 次巻線の中性点は接地しないでください。

個々の AC 電動機は設置場所から 6 m (20 フィート)以内の場所に接地された構成鋼板極にフレームを接続するとともに、接地線付き動力ケーブル、あるいは電線管内に一緒に配線される接地線を通してドライブの接地母線とも接続されていなければなりません。電線管やケーブルの外装は、両端で接地する必要があります。

### 2.16.1 ドライブ信号と安全な接地のための接地方法ガイドライン

ドライブとの通信のために、周波数が 1 MHz 以下の信号用のインターフェイスケーブルを使う場合は、以下の一般的なガイドラインに従ってください。

- シールド用のメッシュ状スクリーンを周囲全体で接地するほうが、スクリーンを撚って一点接地する方法よりも有効です。
- メッシュスクリーンで覆われた単心の同軸ケーブルは、両端でシールド用スクリーンを接地させてください。
- 多層のスクリーンで覆われたケーブル(メッシュスクリーンと共にメタルシースまたはフォイル状のもので覆われているケーブル)を使う場合、次の 2 つの方法があります。
  – メッシュスクリーンを両端でメタルシースに接地します。メタルシースまたはフォイル(ドレインとも呼ばれます)は、特記しない限り、上記したとおり受信端あるいは主装置の接地母線に最も近い位置にある一端のみ接地します。

  *あるいは*

  – メタルシースまたはフォイルを接地しないで大地と他の導体から絶縁しておき、前述のように、メッシュケーブルスクリーンを一端のみ接地します。

### 2.16.2 お客様とパワーインテグレータ殿に対する接地に関する要求事項と仕様

外部接地極に接地母線が接続されていなければなりません。接地極は各国の規格に適合した方法で接地してください。一般的なガイドラインとして、接地パスのインピーダンスとコンダクタンスは、次の条件を満たす十分に低い値にします。

- 定格電流の 2 倍の電流が流れたときのドライブの接地極の電位上昇値が、接地電位よりも 4V 以上高くならない。
- 地絡事故時に流れる電流が保護装置を働かせるのに十分な値を持つ。

故障時に以下の問題が発生しないしないように、主接地導体は動力と制御配線から離れたところを通るようにしてください。

- 接地回路の損傷

*あるいは*

- 保護回路や計器システムへの過度な干渉または損傷、あるいは動力配線の過度な外乱

### 2.16.3 電源方式の確認 – 接地系と非接地系

3 相非接地系電源の場合、ケーブルの絶縁強度は、線間電圧だけでなく、1 相あるいは複数の相で地絡事故が起きたときの対地電圧に対しても適合できる必要があります。具体的には、3 相システムの非接地系のケーブル絶縁強度は、給電される定格電圧の少なくとも√3 =1.732 x 1.1 倍の連続電圧に適合できなければなりません(定格線間電圧の 1.732 x 1.1 =1.9 倍)。

### 2.16.4 接地母線

ドライブの接地母線はドライブ上部の前面に沿って走っています。接地母線は各ドライブ盤のドアを開けると(そして主回路盤内で低圧制御部コンパートメントのヒンジを開けると)上部に見えます。ドライブを正しく接地することは配線工事業者の責任です。ドライブは通常、主回路盤内の主回路端子近くにある接地母線で接地されます。

## 2.17 インターロック

ドライブの高圧部に立ち入ることは、安全のためにキーインターロックによって制限されます。

キーインターロックは据付け時に設定され、これにより装置の高圧部への立入りは上流の電源が断路されている間だけに制限されます。

加えて、キーインターロックは高圧ドライブのドアが閉じられており、尚且つロックが掛けられていないと、上流の電源が入らないようになっています。

キーインターロックを上流装置との間に正しく設置することは据付け配線業者の責任です。

# オペレータインターフェイス

## 3.1 本章の目的

本章では、オペレータインターフェイスを使って、ドライブ内の情報を利便性の良い形式に変換して取得する方法について説明します。本章では以下のことを学びます。

- ドライブの初期設定に関連する情報の変更
- 次の情報の表示　- ドライブのパラメータ<br>　　　　　　　　- ドライブの状態
- 警報条件の表示とリセット
- ドライブ内の情報の印刷要求
- トレンド診断の実行
- オペレータインターフェイスの操作方法の変更

本章では、オペレータインターフェイスの操作に限定して取り扱います。本章で取り上げているパラメータは、説明のためにのみ用意したものです。ドライブ内の実際の「タグ」とその用法については、『PowerFlex 7000 Medium Voltage AC Drive • Technical Data (Publication 7000-TD002_-EN-P)』を参照してください。

## 3.2 用語の定義

**パラメータ** – ドライブ内でデータを読み書きするメモリロケーション。パラメータの設定(パラメータの書き込み)によってドライブの運転の仕方が変わります。ドライブを使用するにあたっては、多くのパラメータを設定する必要があります。ドライブの使用中に、運転状態(速度など)を調整するために変更できるパラメータもあります。

**リードオンリーパラメータ** – 読み取り専用のメモリロケーション。リード・オンリー・パラメータには実時間データが含まれており、運転速度など、ドライブの現在の状態を読み取るために使用されます。

**タグ** – パラメータまたはリード・オンリー・パラメータの汎用的な呼称。

**PanelView 550** – PanelView 550 は、ハードウェアターミナルとソフトウェアパッケージが 1 つに統合された、ロックウェル・オートメーションの製品です。高圧ドライブの場合は、この製品のハードウェア部分だけを使い、ソフトウェアは高圧ドライブ用のものに置き換えられています。

**PowerFlexオペレータインターフェイス** – PanelView550 インターフェイスハードウェアと、それに組み込まれ、高圧ドライブで機能できるようにする固有のソフトウェアから構成される製品。

**編集フィールド** – 画面上で白黒が反転して表示されている部分。この状態にある場所では、キーパッドを通してデータを入力することができます。

**XIO** – 外部I/O (eXternal Inputs and Output)アダプタの略。ドライブで使用され、ハードウェア信号のインターフェイスとして機能します。

**操作** – 実行されるべきタスクのこと。タスクを完了するために複数の画面が使われます。たとえば、パラメータの選択という 1 つの操作で最低 2 画面が必要になります。この操作自体がパラメータを変更する操作です。

**NVRAM** – 不揮発性RAM (Non-Volatile Random Access Memory)。電力が失われても記録した内容が消えないメモリです。これは、パラメータやアラームキューなど、長時間保持するデータの保存に使われます。

**フラッシュ** – 無期限に情報を保持するためのメモリ技術の一種で、電源喪失の影響を受けません。これは、ファームウェア、パラメータ、およびデータファイルの保存に使われます。

**PCMCIA** – フラッシュメモリカードの標準。Personal Computer Memory Card International Associationの略です。

## 3.3　概要

「B」フレームPowerFlex 7000 高圧ドライブのオペレータインターフェイスとして、PanelView 550 ターミナルのインターフェイスが使用されます(図 3.1参照)。ただし、このターミナルはPanelViewとしては機能せず、ハードウェアだけがオペレータインターフェイス用に使われます。PanelViewソフトウェアは、高圧ドライブに必要な機能を盛り込んだ固有のソフトウェアで置き換えられており、フェースプレートのデザインも変更されています(図 3.1参照)。

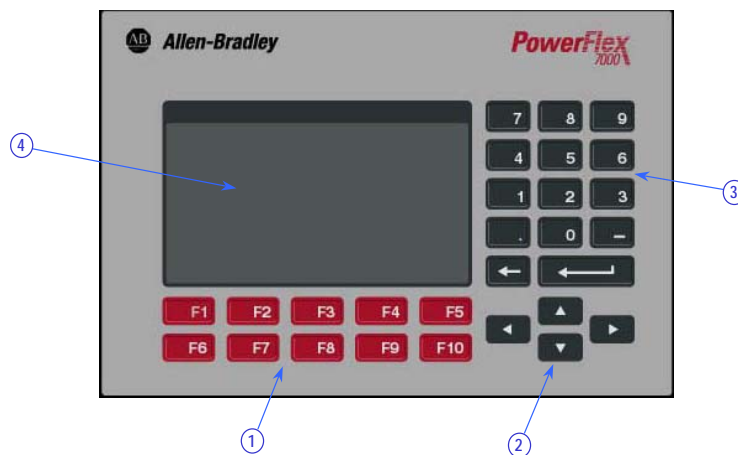



図 3.1　「B」フレーム PowerFlex 7000 オペレータ・インターフェイス・ターミナル

# 3.4 キーパッド

オペレータインターフェイスのキーパッドは、オペレータインターフェイス画面(図 3.1の④)の下部にあり、2 列に合計 10 個のファンクションキー(図 3.1の①)が並んでいます。オペレータインターフェイスの右下には、カーソルキーと呼ばれる 4 つのキー(図 3.1の②)があります。カーソルキーの上には、0〜9 の数字と小数点記号(.)、マイナス記号(-)、バックスペースキー、および入力キーからなるデータ入力キー(図 3.1の③)があります。

すべてのキーは薄膜型です。キー操作は手を離したときに実行されます。

## 3.4.1 ファンクションキー(ソフトキー)

画面の下部には、1 列または 2 列の「ソフトキー」があります。これらの「ソフトキー」は、物理的な機能キーの代わりをするものです。実際のキーの機能は、画面によって変わります。下列のキー(F6〜F10)は、常に表示されています。上列のキー(F2〜F5)は、必要な場合のみ表示されます。したがって、「ソフトキー」が 1 列だけ表示されている場合は、常にキーF6〜F10 を意味します。

上列のソフトキー(F1〜F5)は画面に表示されない場合がありますが、そのときでも「F1-ヘルプ」キーは常にアクティブです。表示されている場合は、F2〜F5 キーだけがアクティブです。

## 3.4.2 カーソルキー(選択キー)

カーソルキーは、通常、画面上の項目を選択するために使われます。画面上で選択された項目は、白黒が反転して表示されます。選択を変えるときは、新たな項目のある方向の矢印キーを押します。

選択画面が 2 ページ以上にわたるときは、表示されたリストを超えてカーソルが動かされると自動的に次のページに変わります。

ユーティリティなどの画面では、カーソルキーは、データの値を変えるために使われます。「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを押すことによって、最小単位(1 単位)ずつ値が変わります。「左向きカーソル」と「右向きカーソル」キーを押すと、一桁上の単位(10 単位)ずつ値が変わります。

16 進数を入力する必要がある場合は、キー(「上向きカーソルと下向きカーソル」)で必要な 16 進値までスクロールします。

列挙型文字列を含むパラメータの場合は、「上向きカーソル」キーまたは「下向きカーソル」キーを押して求める項目を選択します。項目を選択したら入力キーを押します。画面に表示できる以上のオプションがあるときは、リストの右に、三角形または逆三角形のシンボルが現れ、その矢印が示している方向に、表示されている以外にも他に選択項目があることを示します。他の選択項目の方向に動かすときは、「上向きカーソル」キーまたは「下向きカーソル」キーを押し続けます。

ビットフィールドを含んでいるパラメータのためには、求めるビットフィールドの方向に動かすために「左向きカーソル」と「右向きカーソル」キーが使われます。「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーで、ビットの値を切り替えます。

4 個のカーソルキーは、すべてキーが 2 秒間押し続けられると自動状態になり、1 秒当たり 5 回キーを押すペースで、自動的に押す操作を繰り返します。

### 3.4.3　データ入力キー

名前が意味しているように、このキーはデータの入力に使われます。「0」～「9」のキーを押すと、対応する値が「編集フィールド」に入力されます。「-」キーは値を負の値に変えます。「.」を押すと、小数値が入力できるようになります。

値を入力している間は、「バックスペース」キーを使って値を編集することができます。このキーは、右端の桁(小数点やマイナス記号も含む)を消去します。ヘルプ画面では、「バックスペース」キーは、ヘルプの 1 つ前のレベルに戻るときに使われます。

入力キーは、画面によって変わります。選択操作で入力キーを押すと選択が確定し、操作を完了するために、選択に基づいて別の画面に移行します。データで入力キーを押すと、編集済みのデータが確定します。

## 3.5　画面

オペレータインターフェイスでは、ドライブの各種操作を実行するために、画面に表示されるメニューを使います。画面は、ドライブのデータを重ねて表示する窓、あるいはテンプレートと見なすことができます。オペレータインターフェイスは、画面とドライブデータを組み合わせ、オペレータインターフェイス画面の表示領域に定型化して表示します。個別の画面に、それぞれ特定のタイプのデータが表示され、そのデータに対して選択した操作を実行できます。1 つの操作を実行するためには、通常複数の画面が使われます。

### 3.5.1　コンポーネント

画面によって表示されるデータは変わりますが、一般的な外観は画面すべてに共通しています。図 3.2に典型的な画面とそのコンポーネントを示します。

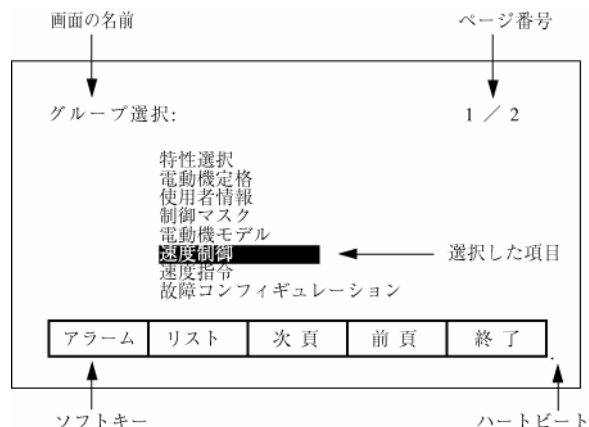



図 3.2　画面のコンポーネント

左上の隅に、画面の名前が表示されます(「グループ選択：」など)。画面の名前がわかれば、メニューシステムを使いやすくなります。画面によっては、図 3.3に示すように、「画面の名前：」の右に前画面で選択した項目の名前が表示されることもあります。

画面によっては、同じ名前で 2 ページ以上にわたるものがあります。画面の右上隅に、現在表示されているページ番号と、同一項目の合計ページ数が示されます(「ページ 1 / 2」など)。

画面の下部には、1 列あるいは 2 列の「ソフトキー」があります。これは、実際のファンクションキーとして割り付けられています。図 3.2では、F6〜F10 の「ソフトキー」が示されています。F8 キーを押すと、データの次頁を表示します。

右手の下隅に小さな点があります。この点は、オペレータ・インターフェイス・ターミナルの健康状態を表示します。正常なときは、この点は 0.5 Hz の割合で点滅しています。通信エラーの間は、この点が 0.1 Hz の割合で点滅します。

図 3.3　画面の名前と項目

画面の残りの部分はドライブのデータを示します。データの表示の仕方は、画面によって異なります。ある項目を選択するための画面では、現在選択されている項目が白黒反転して表示されます。その例を図 3.2に示します。この画面では、「速度制御」グループが選択されています。

## 3.5.2　情報ウィンドウ

多くの画面は、情報を表示するためにドライブとの通信を必要とします。通信の実行には、ある程度の時間がかかる場合もあります。通信中には、特殊な「ウィンドウ」が表示中の画面に現れて、通信中であることを知らせます。通信に要する時間は不定です。

### 3.5.3 ドライブへのアクセス/書き込み

最初に電源を投入したときは、オペレータインターフェイスは、ドライブについての情報をほとんど持ち合わせていません。個々の画面が開かれたとき、オペレータインターフェイスは、将来使うためにオペレータインターフェイス内に貯えておくための情報をドライブに要求します。オペレータインターフェイスがドライブに情報を要求しているとき、「ドライブにアクセス中....」というメッセージを表示したウィンドウが開きます。この間、オペレータインターフェイスは、現在のタスクが完了するまでユーザからの入力には応答しません。1 つの画面上で同じデータに対する操作を続けると、必要な情報がほとんど、またはすべて取り込まれているため、応答がはるかに速くなります。

コマンド命令によって、完全なデータベースをオペレータインターフェイスにダウンロードするように選択することもできます。そうすることによって、最初のアクセス時の遅延を回避することができます。オペレータインターフェイスは電源投入時、およびインターフェイスが使用されていない間に、自動的にデータベースをダウンロードします(途中で中断された場合を除く)。「データベースのダウンロード」を参照してください。

画面によっては、ドライブに情報を書き込むことを求められることがあります。このタスクの間、「ドライブに書き込み中....」というメッセージを表示したウィンドウが開きます。この間、オペレータインターフェイスは、現在のタスクが完了するまでユーザからの入力には応答しません。

### 3.5.4 通信エラー

オペレータインターフェイスがドライブとの間でデータを読み書きしているとき、さまざまな理由で通信が途絶することがあります。通信の途絶が発生したら、そのことを示す特殊なウィンドウが示されます。この間、オペレータインターフェイスは、現在のタスクが完了するまでユーザからの入力には応答しません。

「通信エラー」を示すウィンドウには 2 つの種類があります。すでに「ドライブにアクセス中....」または「ドライブに書き込み中....」のウィンドウが表示されている場合は、そのウィンドウに通信エラーメッセージが追加されます。画面によっては、リアルタイムデータを表示するために、常時ドライブのデータを読み出すものがあります。この例が「最上位メニュー」です。リアルタイムデータを表示している画面に通信エラーが生じたら、「通信エラー」メッセージを枠で囲ったウィンドウが開きます。これらの例を図 3.4 と図 3.5に示します。

どちらの場合も、通信が再確立されると情報ウィンドウは消去され、オペレータインターフェイスを通常どおりに操作できるようになります。

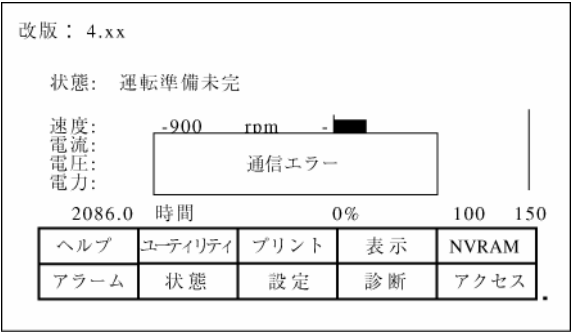



図 3.4　通信エラー

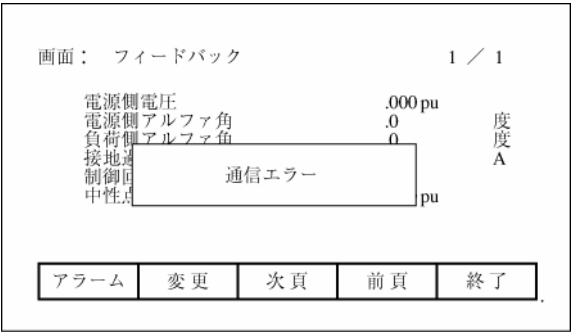



図 3.5　通信エラー

### 3.5.5　表示言語の変更

ドライブで使う言語を(オペレータインターフェイスや外部装置経由で)変更すると、オペレータインターフェイスでは、かなりの量の処理を実行しなければなりません。データベースの文字列はすべて無効になり、サーバの文字セットが変更され、オペレータインターフェイスで使われるすべての文字列が新しい言語にリンクされます。この変更処理には長い時間がかかり、その間「言語変更中....」というメッセージが表示されます。

### 3.5.6　一般的な操作

画面上で実行できる操作は、表示されている画面によって変わります。操作の多くは、画面下部に沿って配置されているファンクションキーで行ないます。これらのキーの意味は次の画面に移ると変更されますが、多くの画面で常に同じ役割をするファンクションキーもあります。

そのようなキーの昨日は、個々の画面操作の説明には含まれていません。それらのキーの機能について説明します。この説明は、すべての画面で共通です。

### 3.5.7　F1 – ヘルプ

この機能は、「ソフトキー」が表示されていない場合でも、すべての画面で共通です。「ヘルプ」は文脈に対応しており、現在の画面に関連したヘルプを表示します。

### 3.5.8 F6 – アラーム

F6「ソフトキー」は、常にアラーム総括画面を呼び出します。新しいアラームが生じると、このキーが白黒反転して点滅表示されます。

### 3.5.9 F8 – 次頁

1ページを超えるデータを表示できる画面では、この「ソフトキー」が有効になります。この「ソフトキー」は、表示されるページ番号を1ページずつ増加させます。

### 3.5.10 F9 – 前頁

1ページを超えるデータを表示できる画面では、この「ソフトキー」が有効になります。この「ソフトキー」は、表示されるページ番号を1ページずつ減らします。

### 3.5.11 F10 – 終了

最上位メニュー以外の画面が表示されているとき、この「ソフトキー」を使うと1つ前の画面に戻ります。

## 3.6 オペレータインターフェイスの電源投入

オペレータインターフェイスの電源を入れるか、リセットすると、主に次の2つの処理が実行されます。

a) **ドライブとのリンク** – この段階で、オペレータインターフェイスは、ドライブの通信基板との通信を立ち上げます。画面には、PowerFlexオペレータインターフェイスに組み込まれているソフトウェア製品に関する次の情報も示されます。

   – ソフトウェアの部品番号と改版レベル
   – プログラムの作成日時を示すタイムスタンプ

b) **ドライブデータベースの取得** – この段階で、ドライブ情報についてのデータベースが、ドライブから取得されます。この時点でデータベースを取得することはオプションで、オペレータインターフェイスのどれかのキーを押すことによって処理を打ち切ることができます。ただし、完全なデータベースを取得しておくと、その後の操作で関連するデータベース部分を取得する必要がないため、以降の操作がスピードアップします(完全なデータベースを取得していないと、オペレータインターフェイスは必要なドライブデータベース部分に逐次アクセスします。その結果、データを必要とする操作への最初のアクセスが遅くなります。同じデータを使う以降の操作には影響しません)。ダウンロード操作を途中で打ち切っても、すでに得られたデータベースは影響されません。

データベースを取得したら、オペレータインターフェイスは、2 つのモードのうちの 1 つで立ち上がります。立ち上げモードは、ドライブがどの程度まで設定されているかによって決まります。

a) 「スタートアップウィザード」モードで立ち上がります。ユーザが一度完全に「スタートアップウィザード」を終了するまで、これが電源投入時のデフォルトモードになります。「スタートアップウィザード」は、適切なソフトキーを押すことによって、いつでもキャンセルすることができます。

b) 一度ドライブが「スタートアップウィザード」で設定されたら、その時点以降は最上位メニューが表示されます。「スタートアップウィザード」には、セットアップメニューを使って再度入ることができます。

## 3.7 最上位メニュー

この画面(図 3.6)は、他のすべての画面(と実行する操作)を使うためのメインメニューを示します。操作を行なうには、画面に表示されている「ソフトキー」に対応するファンクションキーを押します。その操作の画面が表示されます。実行可能な各種操作の詳細は、「第3.8章　操作方法」を参照してください。

この画面は、オペレータインターフェイスが接続されているドライブ製品を確認し、その全般的運転状態を表示します。4 つのディジタルメータが、ドライブ内の選択された 4 つのパラメータの値を示します。ホブスメータ(ファンクションキーの左上にあります)は、ドライブの累計運転時間を表示しています。

ドライブの状態は、次のいずれかの値で示されます。

| | |
|---|---|
| NOT READY (運転準備未完) | – ドライブの運転準備が未完です(まだ始動できません)。 |
| READY (運転準備完了) | – ドライブの運転準備が完了しています(いつでも始動可能です)。 |
| FORWARD RN (正転) | – ドライブは正方向に運転中です。 |
| REVERSE RN (逆転) | – ドライブは逆方向に運転中です。 |
| WARNING (警告) | – ドライブが警告を出しています。 |
| FAULTED (故障) | – ドライブが故障しています。 |
| DISCHARGING (放電中) | – 起動前に、アクティブ・フロント・エンドのドライブで入力フィルタコンデンサの放電が完了するまで待機しています。 |

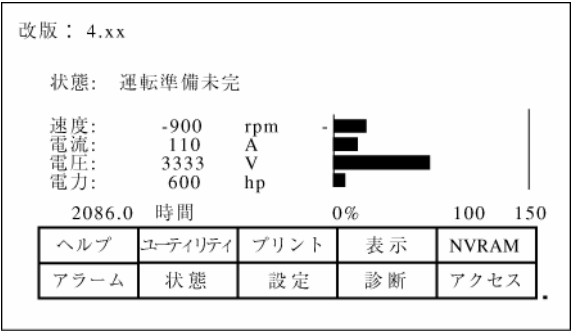



図 3.6　最上位メニュー

# 3.8　操作方法

これ以降は、ドライブの各種操作を、オペレータインターフェイスを使って実行する方法を説明します。説明にあたっては、求める操作を達成するために必要な画面を多数使います。2つ以上の異なる操作で同じ画面が使われることがありますが、その場合、ドライブから受け取るデータが同じであるとは限りません。

この章では、どのように操作するかという点に焦点を当てて説明します。操作をするために必要な画面は、オペレータインターフェイスによって選択されます。

## 3.8.1　ヘルプの利用方法

すべての画面で、「F1」ファンクションキーを押すことによって、ヘルプを利用できます。図3.7に、最上位メニューで表示されるヘルプ画面を示します。画面の名前(「ヘルプ：」)の後に、ヘルプを求めている画面の名前が示されます(この例では最上位メニューの名前は「改版」です)。この例のヘルプ画面は全体で3ページあります。2ページ目を表示するには「F8」キーを押します。2ページ目が表示されます。1ページに戻るには「F9」キーを押します。

ヘルプ画面から元の画面へは、「F10」キーを押すことにより、いつでも戻ることができます。

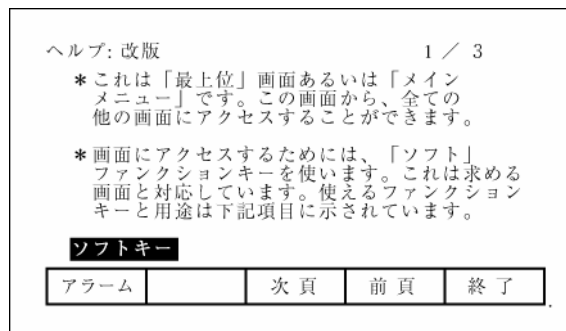



図3.7　典型的なヘルプ画面

## 3.8.2　関連情報

ヘルプキーのすべての画面には、現在表示しているヘルプに関連する補足情報があります。これらの情報は、ソフトキーのすぐ上に白黒反転して表示されます。補足情報は、「左向きカーソル」と「右向きカーソル」キーを使って選択します。図3.7では、「ソフトキー」の補足情報が選択されています。この情報にアクセスするには、「入力」キーを押します。

補足情報のヘルプ画面が表示されます(図3.8を参照)。元のヘルプ画面と同じように、関連する情報のヘルプにも、それと関連する補足情報が含まれている場合があります。

「バックスペース」キーを押すと、前のレベルのヘルプ(1 つ前の関連情報)画面に戻ります。「F10」キーを押すとヘルプが終了し、ヘルプを呼び出した元の画面に戻ります。

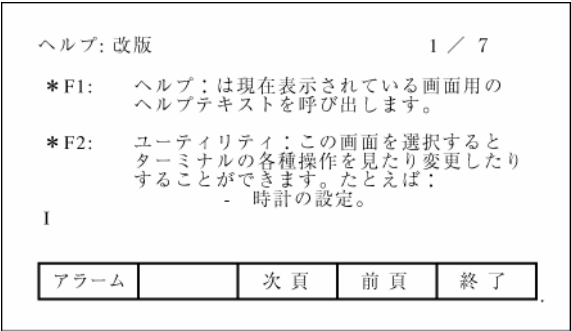



図 3.8　関連情報(ソフトキー)に関するヘルプ画面

### 3.8.3　ヘルプ画面上のヘルプ

前項で、ある画面に対するヘルプを呼び出すには、その画面上の「F1」キーを押すと説明しました。これは、ヘルプ画面にも当てはまります。

ヘルプ画面で「F1」キーを押すと、ヘルプシステムの使い方について説明するヘルプ画面が表示されます。ヘルプシステムに関するヘルプ画面の例を図 3.9に示します。前に説明したヘルプ画面と同様、画面には関連情報が含まれています。

ヘルプ情報の 1 つ前の画面に戻るには、「バックスペース」キーを押します。ヘルプ画面からヘルプを呼び出した元の画面に戻るには、「F10」キーを押します。

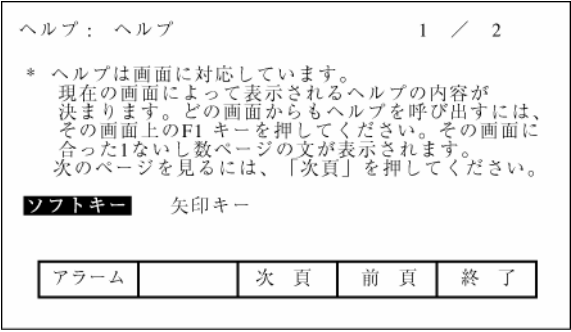



図 3.9　ヘルプ画面上のヘルプ

# 3.9　オペレータインターフェイスの操作

画面のユーティリティを操作するとオペレータインターフェイスの変更(ユーティリティ)特性を変更できます。この操作で次のことを行なうことができます。

- 時計とカレンダの設定
- 画面のバックライトの表示時間を長くする
- 画面のコントラストを変える
- 最上位メニュー上に表示されるメータの割付け
- ドライブで使われているすべてのソフトウェアの改版レベルの表示
- オペレータインターフェイスのフラッシュメモリ、フラッシュ・メモリカード、およびドライブ間でのデータの転送
- 新しい言語モジュールをロードする

「F2」キーを押して、最上位メニューからユーティリティ操作を呼び出します。その結果表示される画面を、図 3.10に示します。

この画面の操作では、現在選択している値が白黒反転して表示されます。この状態にある値だけが、変更可能です。

図 3.10　ユーティリティの操作画面

## 3.9.1　バックライトの表示時間

オペレータインターフェイスの表示は、バックライトがないと読むことができません。バックライト用のランプ寿命を長持ちさせるために、バックライトは、キーパッドを使わないと一定時間後に消灯します。どれかのキーを押せば、バックライトは再点灯します。バックライトが消えているときに押されたキーの操作は、オペレータインターフェイスには何の影響も与えません。

バックライトが消えるまでの時間を変更するには、「F2」キーを押します。表示時間の現在の設定値が、白黒反転して表示されます(図 3.11)。この時間を 0～60 分の範囲内で調節できます。ゼロ(0)という設定値は、表示し続けることを意味し、バックライトは点灯したままになります。「上向きカーソル」または「下向きカーソル」キーを押すと、1 分単位で値を変更します。「左向きカーソル」と「右向きカーソル」キーは、値を 10 分単位で変更します。変更を取り消すには「バックスペース」キーを押します。設定は元の値に戻ります。変更を確定するには「入力」キーを押します。バックライトの表示時間が保存されます。

設定は、機能を割り付けられたファンクションキー(「F1」を除く)を押しても、取り消すことができます。その場合、押したキーに割り付けられている機能が実行されます。

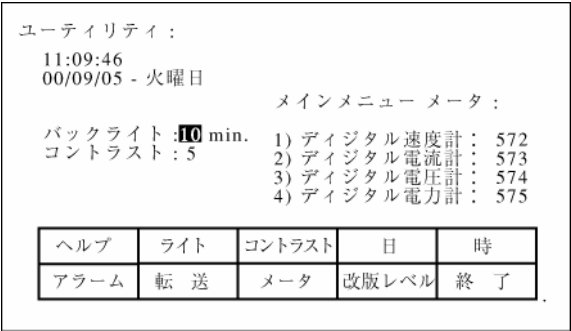



図 3.11 ユーティリティのバックライト表示時間設定画面

### 3.9.2 コントラストの変更

コントラストは、画面を見やすくするために、正面から見る場合の画面の上下角度を制御します。コントラストを変更するには、「F3」キーを押します。コントラストの現在の設定値が、白黒反転して表示されます(図 3.12)。「上向きカーソル」または「下向きカーソル」キーで、コントラストの値を変更します。画面は直ちに変わり、変更された効果が現れます。変更を取り消すには「バックスペース」キーを押します。設定は元の値に戻ります。変更を確定するには「入力」キーを押します。コントラスト設定が保存されます。

設定は、機能を割り付けられたファンクションキー(「F1」を除く)を押しても、取り消すことができます。その場合、押したキーに割り付けられている機能が実行されます。

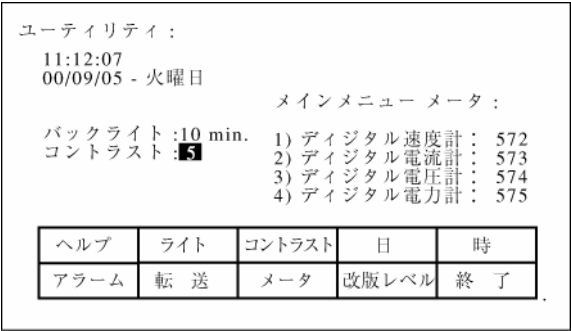



図 3.12 ユーティリティのコントラスト設定画面

### 3.9.3 時刻の設定

時刻の設定を使って、アラーム総括画面に表示される情報に対してドライブで使用されるタイムスタンプ(発生時刻)の設定を制御します。時刻の変更には、「F5」キーを使います。時計の「時」の位置が、白黒反転して表示されます(図 3.13)。「上向きカーソル」または「下向きカーソル」キーを押すと、1 単位ずつ値が変わります。「左向きカーソル」または「右向きカーソル」キーを押すと、値は 10 単位ずつ変わります。「分」を変更するには、「F5」キーをもう一度押して、同じ操作を繰り返します。同様に「秒」を変えるには、「F5」キーを再度押します。「F5」キーを押すたびに、時計の次の位置が反転表示されます。反転表示された部分を、カーソルキーを使って変更できます。

変更を取り消すには「バックスペース」キーを押します。時刻が元の値に戻ります。変更を確定するには「入力」キーを押します。新しい時刻の設定が記録されます。

設定は、割り付けられた他のファンクションキー(「F1」と「F5」を除く)を押しても、取り消すことができます。その場合、押したキーに割り付けられている機能が実行されます。

図 3.13 ユーティリティの時刻設定画面

### 3.9.4 日付の設定

カレンダ設定を使って、アラーム総括画面に表示される情報に対してドライブで使用される日付スタンプ(発生年月日)を制御します。「年」を変更するには「F4」を押します。カレンダの「年」の位置が、白黒反転します(図 3.14)。「上向きカーソル」または「下向きカーソル」キーを押すと、1 単位ずつ値が変わります。「左向きカーソル」または「右向きカーソル」キーを押すと、値は 10 単位ずつ変わります。「月」を変更するには「F4」をもう一度押し、同じ手順を繰り返します。同様に「日」を変えるには、再度「F4」キーを押します。「F4」キーを押すごとに、カレンダの次の場所が反転表示されます。反転表示された部分が、カーソルキーによって変更できます。

変更を取り消すには「バックスペース」キーを押します。カレンダが元の値に戻ります。変更を確定するには「入力」キーを押します。新しいカレンダの設定が記録されます。

設定は、割り付けられた他のファンクションキー(「F1」と「F4」を除く)を押しても、取り消すことができます。その場合、押したキーに割り付けられている機能が実行されます。

曜日の設定はできません。オペレータインターフェイスがカレンダに設定された年月日を基に、曜日を決定します。

図 3.14　ユーティリティの年月日設定画面

### 3.9.5　メータの選択

ユーティリティ画面(図 3.10)には、「最上位メニュー」上の 4 つのメータに割り当てられている、4 つのタグが表示されます。これらは、「F8」キーを押すことによって、変更することができます。「F8」キーを押すと、メータを選択して、割り当てられるテキストを変更するための画面(図 3.15)が表示されます。

図 3.15ユーティリティのメータ選択画面

メータに割り当てられているタグを変更するには、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、変更したいメータを反転表示させ、「入力」キーを押します(この操作で何も反応がない場合は、変更するために必要なアクセスが得られていません)。アクセスを得るには「F8」キーを押し、「アクセスレベルの入力と変更」を参照してください。

これによって、「メータの選択」で述べたタグの選択手順を開始できます。選択手順が完了したら、選択されたタグがメータ(この例では「電源電圧」)に割り当てられます。メータの名前は、図 3.16の「メータ 2」に示すように、デフォルトの文字列(この例では-メータ 2-)に変わっています。

図 3.16　ユーティリティの選択後のデフォルトのテキスト画面

テキストは英数字で 8 文字です。このテキストが最上位メニューに、値とタグ番号と共に表示されます。変更したいメータを、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーで選択します。テキストを変更するには、「右向きカーソル」キーを押します(この操作で何も反応がない場合は、変更するために必要なアクセスが得られていません。アクセスを得るには「F8」キーを押し、「アクセスレベルの入力と変更」を参照してください)。

テキストの最初の 1 文字が、図 3.17に示すように白黒反転表示されます。「テキスト編集」を参照してください。

図 3.17　テキストの編集画面

編集が完了したら、図 3.18に示すような画面が現れます。

図 3.18　テキスト編集完了時の画面

オペレータインターフェイスには、デフォルトのメータセットがあります。このデフォルトセットは、「メータ」画面が表示されている間、いつでも「F2」を押すことによって選択できます。これにより、デフォルトのテキストとタグを持ったメータ画面(図 3.15)が表示されます。

新しい値は、「F10」キーを押して、画面を終了して初めて有効になります。その前に「F7」キーを押すと、この画面で行なったすべての変更が取り消されます。

メータ 2 に(例として)電源電圧を選択し、メータ画面を終了すると、図 3.19 に示す画面が表示されます。

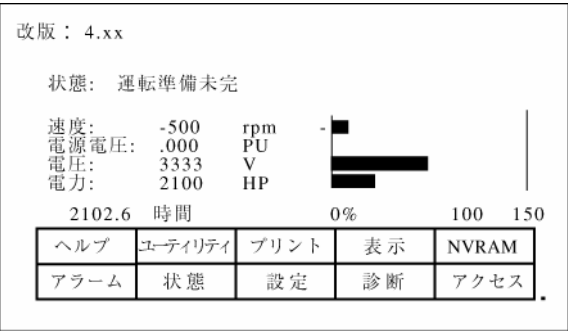



図 3.19　変更した最上位レベルのメータ画面

### 3.9.6 改版レベルの表示

ソフトウェアの保守やアップグレードの目的のために、ターミナルとドライブにインストールされている、すべてのソフトウェアのバージョンを表示できます。この画面にアクセスするには、「F9」キーを押します。

典型的な画面を図 3.20に示します。

- ドライブの種類
- ドライブを一意に識別するためにユーザが定義できる英数字 16 文字の文字列
- ターミナルソフトウェアの改版レベルとその部品番号
- ターミナルのブートコードの改版レベル
- ドライブで使われている各種基板類の改版レベル
  これらは名前で識別します。

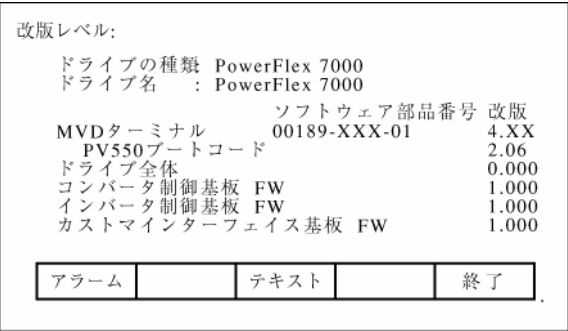



図 3.20　ユーティリティの改版レベル画面

ユーザが定義できるテキスト文字列を変更するには、「F8」キーを押します(この操作で何も反応がない場合は、変更するために必要なアクセスが得られていません。最上位レベルメニュー画面を終了し、「アクセスレベルの入力と変更」を参照してください)。

典型的な画面を図 3.21に示します。テキストの変更については、以下に示す例外に注意しながら「テキスト編集」を参照してください。(図 3.22のように)テキストを入力すると、入力キーは無効になっています。編集した文字列を確定するには、終了キー「F10」を押します。

画面を終了する前に「F7」キーを押すと、画面に入力を始めた状態の文字列に戻すことができます。

図 3.21　ドライブ名の編集画面

図 3.22　ドライブ名編集完了時の画面

### 3.9.7　メモリ内のデータの転送

オペレータインターフェイスは、2 つの方法でデータを長期間保存しています。オペレータインターフェイスで使われているフラッシュメモリは、ファームウェアの保存に使われ、オプションとして言語モジュールとドライブ内で使われているパラメータも保存できます。この情報は、他のドライブでも使えるように、リムーバブルのフラッシュカード(メモリカード)にも保存できます。

2 種類のメモリから情報を転送するには、「F7」キーを押します。新しい画面(図 3.87)が表示されます。この画面で、すべてのフラッシュメモリ操作を実行できます。これらの機能の使い方は、「フラッシュメモリの転送」を参照してください。

### 3.9.8 アクセスレベルの取得

アクセスレベルは、パラメータを不正な変更から保護し、表示情報を権限に応じて限定するためにドライブで使用されます。各アクセスレベルは、それより下位のアクセスレベルのパラメータと許可に優先的に適用されます。

デフォルトのアクセスレベルは、「モニタ」です。このレベルでは、限られたパラメータデータベースのサブセットを参照できるだけです。設定情報を変更することは許可されません。

次のレベルは、「標準」レベルです。このレベル以上では、そのレベルに応じて表示できるパラメータに、変更を加えることができます。表示可能なパラメータの数は、前のレベルよりも増えています。このレベルは、大部分の用途でドライブを設定し、保守するために十分なレベルです。

通常操作における最上位のレベルは、「上級」レベルです。このレベル以上では、ドライブを完全に設定することができます。

このほかに、資格を持ったサービスエンジニア専用の 2 つのレベルがあり、どちらもドライブのハードウェアに物理的な変更を加える場合のみ使用されます。

最下位レベルを除く、すべてのアクセスレベルは、PIN 番号で保護されます。「上向きカーソル」と「下向きカーソル」を使って、アクセスレベルを選択します。続いて、そのアクセスレベルに対応した PIN の値を入力し、「入力」キーを押してください。入力した PIN が正しければ、アクセスレベルは変更されます。

アクセスレベルの使用方法の詳細は、「アクセスレベルの入力と変更」を参照してください。

## 3.10 パラメータの選択

各種操作で、パラメータの選択が必要になります。すべての選択操作は、本章で説明する 3 つの方式のいずれかを使って行われます。パラメータは複数のグループに分類されています。グループ選択方式がデフォルトの選択方式です。

選択の過程で使われる画面は、他の画面の操作の一部として自動的に呼び出されます。

### 3.10.1 グループ選択

これがパラメータ選択に使われるデフォルト画面(図 3.23)です。ここには、現在実行中の操作でアクセス可能な、すべてのグループが示されています。たとえば、パラメータの選択中には、リード・オンリー・パラメータだけのグループは表示されません。現在表示可能で、そこから選択可能なグループの数は、現在のアクセスレベルに影響されます。1 ページを超える数のグループがある場合は、「F8」と「F9」キーを押して他のページを表示します。

「上向きカーソル」と「下向きカーソル」を押して、適切なグループを選択します(グループ名が白黒反転して表示されます)。「入力」キーを押します。「選択」画面(図 3.24)が開き、選択したグループに属する項目が示されます。選択したグループ名は、現在表示されている画面の画面名(以下の例では「電動機定格」)の後に示されています。「上向きカーソル」と「下向きカーソル」をもう一度使って、必要に応じて「F8」と「F9」キーも使用してページを変更し、求めるタグを選択します。「入力」キーを押すと選択が確定され、これ以降は選択したタグが、選択を求めた元の操作において用いられます。

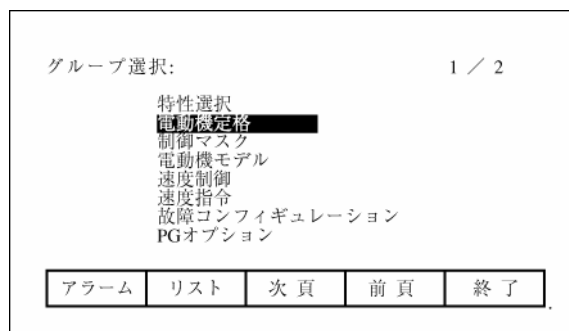



図 3.23　グループ選択画面

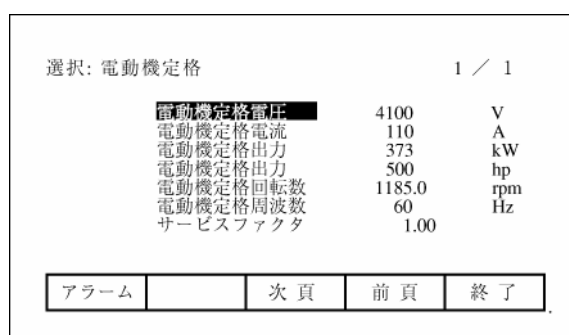



図 3.24　グループの項目選択画面

グループ選択画面(図 3.23)で「F7」キーを押すし、タグを名前で選択することもできます。

### 3.10.2 名前による選択

選択したいタグ名は知っているが、どのグループに属しているかを知らないとき、あるいは完全な名前がわからないときに、この選択方式が適しています。

名前による選択は、グループ選択画面(図 3.23)で「F7」キーを押して始めます。図 3.25に示す文字選択画面が表示されます。

カーソルキーを使って、求めるタグの頭文字を選択(白黒反転して表示)します。「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーは、列内を上下に移動するのに使い、「左向きカーソル」と「右向きカーソル」キーは行内の移動に使います。適切な文字を選択したら「入力」キーを押します。

その頭文字で始まり、選択を実行している操作に関わるすべてのタグが、図3.26に示すように表示されます。「上向きカーソル」または「下向きカーソル」を使い、必要に応じて「F8」と「F9」キーを使ってページを切り替え、求めるタグを選択します。「入力」キーを押すと選択が確定され、これ以降は選択したタグが、選択を求めた元の操作において用いられます。

ここに示す 2 つの画面(「文字選択」あるいは「リスト選択」)のどちらでも、「F7」キーを押せば、直接デフォルトのグループ選択方式に戻ることができます。

図 3.25　頭文字選択画面(ステップ 1)

図 3.26　リストによる名前の選択画面(ステップ 2)

頭文字選択画面(図 3.25)で「F5」キーを押すことによって、コードからタグを選択することもできます。

### 3.10.3　コードによる選択

このタグ選択方式は、頭文字選択画面(図 3.25)で「F5」キーを押すことによって開始されます。この方式は、求めるタグのタグコードが既知であるとき、タグを選択するのに使われます。すべてのパラメータ(タグ)は、たとえばPLCのように名前で判断できない装置で識別できるように、固有のコードを持っています。

データ入力キー「0」～「9」を使って、コード選択画面(図 3.27)で求めるコードを入力します。入力されたコードは、「バックスペース」キーを使って編集することができます。「入力」キーを押します。

図 3.27　コード選択画面(ステップ 1)

2 種類あるフォーマットのうちの一方の画面を示しています。入力したコードが正しければ、そのコードに対応したタグ名が示されます(図 3.28)。これによって、コードに対応するタグが意図したものであるかどうかを確認してから先に進むことができます。正しければ「入力」キーを押してください。正しくなければ他のコードを入力し、プロセスをやり直してください。タグコードが正しくない場合、図 3.29に示すような、タグコードが正しくないことを通知するメッセージが示されます。

図 3.28　適切なタグ選択コード

図 3.29　不適切なタグコード

適切なタグコード(図 3.28)に対して「入力」キーを押すと、選択手続きの対象の操作が、選択したタグで継続されます(ただし、選択したタグが操作に適している場合のみ)。たとえば、パラメータの変更操作でリード・オンリー・パラメータのタグコードを選択しても、そのパラメータでは画面を終了できません。その場合は、図 3.30に示すように情報がタグの現在値とともに表示されます。パラメータのタグコードを再入力するか、選択せずに「F10」を押して、1 つ前の画面に戻ってください。

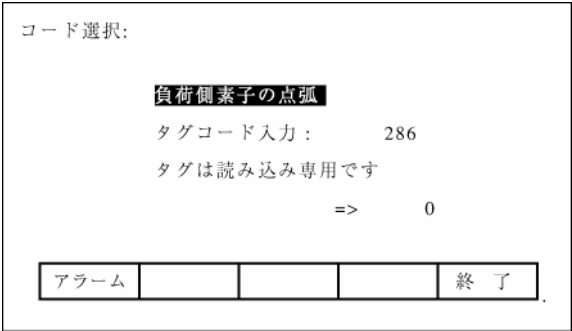



図 3.30　選択したタグが不適切なときの画面

## 3.11　テキスト編集

各種操作で、テキスト(文字列)の入力が求められます。たとえば次の操作です。

– 外部故障の設定
– 最上位メニュー画面の選択したメータへのテキスト(名称)追加
– テキスト文字列によるドライブの識別
– ファイル名の入力

オペレータインターフェイスのキーパッドには、文字を直接入力するための英文字キーがありません。この章では、文字入力のための操作法について説明します。

図 3.31　典型的なテキスト編集画面

図 3.31に示す画面は、テキスト編集に使われる典型的な画面です。すべてのテキスト編集画面に共通して「F3」、「F4」、および「F5」キー(使用可能な場合)があります。編集フィールドでは、すべての操作が白黒反転している文字について実行されます。

「左向きカーソル」と「右向きカーソル」を押すと、文字列の次の文字位置にカーソルが移動します。「上向きカーソル」と「下向きカーソル」は、キーが押されるたびに文字セット内を順に移動します。文字セットの最初の文字が選択されているとき、「下向きカーソル」を押すと、文字セットの最後の文字に戻りますので注意してください。

使える文字セットは、4 種類あります。「F3」キーを使って文字セットを切り替えます。各文字セットは、次の文字を含んでいます。

a) アルファベットの大文字(A～Z)
b) アルファベットの小文字(a～z)
c) 数字 0～9、ピリオド記号(.)、ハイフン(-)
d) 空白文字、およびその他の記号文字：_ ( ) [ ] { } < > | @ # $ % & * ! ^ + = ; : ?

*注意：文字セットは、選択している言語によって異なる場合があります。*

ファイル名のために使われる A～Z、0～9、および下線(_)を含んだ特殊な文字セットは、「F3」を使って選択することができません。また、「F5」を使って変更することもできません。

編集フィールド内にある文字は、「F5」キーで大文字または小文字に切り替えることができます。

入力した文字列をすべて削除する(すべてをスペースで置き換える)には、「F4」キーを押します。

変更編集した文字列の変更を取り消すには、「バックスペース」キーを押します。このキーを押すと、画面が最初に表示されたときの文字列に復元されます。

編集操作は「入力」キーを押すと完了します。変更結果は、「F10」キーを押して画面を終了しない限り確定しません。

*注意：入力された文字は、現在選択されている言語に対してだけ有効です。選択している言語に特有の文字(上記の 4 種類の文字セット以外)は、その言語が選択されたときに限り正しく表示されます。他の言語には、そのような文字自体が存在しないからです。*

## 3.12　ドライブの設定

ドライブを使用する電動機と用途に適合させるには、ドライブ内の多くの要素を定義付けする必要があります。本章では、これらの要素をオペレータインターフェイスから設定する方法について説明します。具体的には次の方法を示します。

- パラメータの設定変更
- アナログポートへのパラメータの割付け
- 故障監視の選択的な有効化または無効化(マスク)
- 外部入力に接続されたお客様固有の故障の定義
- 外部 I/O の設定
- オプションで接続した PLC に伝送する情報の定義
- ドライブへの設定値の保存または復元
- 言語の選択と変更(言語が事前にオペレータインターフェイスにロードされている場合のみ)

ドライブの設定には、2 通りの方法があります。本章では、用途に合わせてドライブを設定するのに適した、完成度の高い方法を説明します。ほとんどの用途では、ドライブはスタートアップウィザードでも設定できます。スタートアップウィザードは、「設定」画面のオプションリストから「設定ウィザード」を選択して、「入力」キーを押して立ち上げます。

どちらの方法で設定する場合も、ドライブの工場出荷時のデフォルトのパラメータはドライブ認識モジュール(DIM：Drive Identity Module)から取得されます。DIM を使うことによって、ドライブは工場出荷段階で、特定の用途に適した特性にカスタマイズされています。カスタマイズは、ドライブを製造する時点で工場が把握している情報に基づいて行われます。

## 3.12.1 アクセスレベルの入力と変更

ドライブは、0～65535 の範囲内の数字からなるパスワードによって、不正な変更から保護されています。これらのパスワードは、アクセスレベルと関連しています。各アクセスレベル(ただし最下位のアクセスレベルである「モニタ」は除きます)は、それぞれレベルに応じたパスワード番号(PIN)を持っています。これらの値は、それぞれ一意にすることも、すべて同一にすることもできます。

デフォルトレベルである「モニタ」には、PIN は関連付けられていません。このアクセスレベルでは、ドライブの設定を参照することはできますが、パラメータを変更することはできません。保護に加えて、アクセスレベルは、各レベルで参照できる情報量も制限します。「モニタ」以外のレベルでは、参照できる情報を変更することもできます。

図 3.32に示す画面には、次に示すような、アクセスレベルが以降の操作に影響を与えるさまざまな画面からアクセスできます。

a) 最上位レベルメニューの「F10」キー

b) パラメータ変更画面の「F8」キー

c) 設定画面の「F8」キー

d) 転送画面の「F8」キー

e) 診断設定画面の「F8」キー

図 3.32　アクセス画面

現在のアクセスレベルが示されています。異なるアクセスレベルを選択するには、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、求めるレベルを選択します。その後、データ入力キーを使って、そのレベルのパスワード(PIN)を入力します。パスワードに使える値は、0～65535 の数値です。数値は「0」～「9」キーを使って入力します。入力した値は図 3.33に示すように、マスクした状態(編集フィールドの*)で表示されます。

図 3.33　PIN 入力

値は、「バックスペース」キーを使って編集することができます。値がタイプ入力されたら、「入力」キーを押します。PINが正しく入力されたら、図 3.34に示すように、オペレータインターフェイスのアクセスレベルが変更されます。正しくない値が入力されたら、オペレータインターフェイスは現在のアクセスレベルのままで変更されません。

図 3.34　変更されたアクセスレベル

求める操作が終了したら、不正な変更から保護するために、オペレータインターフェイスを「モニタ」レベルに戻す必要があります。この画面で「F8」キーを押します。図 3.32に示すように、レベルが「モニタ」に戻ります。

「標準」と「上級」レベルのパスワード(PIN)は、デフォルトではゼロ(0)で、単に「入力」キーを押すだけです。この設定は「アクセス」画面から変更できます。まず、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、PINを変更したいレベルを選択します。「F9」キーを押します。図 3.35に示すような典型的な「パスワード変更」画面が表示されます。この画面では、新しいPINが適用されるアクセスレベルを示しています。

図 3.35 PIN 変更画面

現在の PIN の値を、データキー「0」〜「9」を使って入力し、「入力」キーを押します。「アクセス」画面と同様、入力した値はマスクした状態で表示され、「バックスペース」キーを使って、編集することができます。

正しいPINを入力すると、新しいPINの入力が求められます。新しいPINの値をデータ入力キー「0」〜「9」を使って入力し、続いて「入力」キーを押します。ここで、新しいPINを確認するよう求められます。図 3.36に示すように、新しいPINを再度入力して「入力」キーを押します。

図 3.36 PIN 変更が完了した画面

操作が終了すると、操作結果(PINが正しく変更された、現在のPINが正しく入力されなかった、または新しいPINが正しく確認されなかった)によって、図 3.36、図 3.37、図 3.38のいずれかの画面が表示されます。

図 3.37 無効な PIN 入力時の画面

図 3.38　無効な PIN 確認画面

パスワード変更に失敗した場合は、現在のパスワード値を入力して、変更操作をやり直してください。

## 3.13　ドライブ設定

この章では次のことを説明します。

- 異なる言語の選択
- ドライブパラメータへのデータの入力
- アナログポートへのタグの割付け
- マスクによる故障監視の有効化と無効化
- オプションの外部故障入力に対するテキストの割付け
- スタートアップウィザードの再使用
- 外部 I/O リンクの設定
- PLC でアクセス可能なタグの定義

「設定」画面にアクセスするには、最上位メニュー画面で「F8」を押します。図 3.39に示すような画面が表示されます。

現在のアクセスレベルが示されています。このアクセスレベルが「モニタ」の場合、基本的なドライブの設定を参照できますが、変更することはできません。ドライブのパラメータを変更するためには、少なくとも「標準」のアクセスレベルが必要です。また、変更できるパラメータは、アクセスレベルに応じて表示されるパラメータだけです。

電源投入時のオペレータインターフェイスのアクセスレベルは、「モニタ」です。これが現在のモードで、設定データを変更したい場合は、この画面で設定操作を開始する前に、アクセスレベルを変更するために「F8」を押してください(図 3.40)。「アクセスレベルの入力と変更」を参照してください。

図 3.39 設定画面

図 3.40 標準のアクセスレベル

### 3.13.1 言語の選択

ドライブは、多くの言語をサポートしています。オペレータインターフェイスは、フラッシュカードから最初にロードされる言語モジュールを使って、これらの言語をサポートしています(第3.19章「フラッシュメモリの転送」を参照してください)。

異なる言語を選択するには、「設定」画面で「F9」キーを押します。図3.41に示すように、現在ロードされているすべての言語モジュールが画面に表示されます。個々の言語と合わせて、モジュールの改版レベルが表示されています。「上向きカーソル」と「下向きカーソル」を使って、求める言語を選択し、「入力」キーを押します。

オペレータインターフェイスは、選択された新しい言語に切り替えます。ドライブに取り付けられている他の機器から、言語の変更を要求することも可能です。その場合は、必要な言語モジュールがロードされていれば、オペレータインターフェイスが新しい言語に切り替わります。

図 3.41 言語の選択

### 3.13.2 パラメータの変更

パラメータを変更するには、「設定」画面上で「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、「パラメータ」オプションを選択し、「入力」キーを押します。「メータの選択」で説明したように、この操作によってパラメータの選択プロセスを開始できます。パラメータを変更する選択プロセスは、「表示」画面(図 3.68)にパラメータグループのメンバが表示されているときに、「F7」キーを押して始めることもできます。

パラメータの選択ができたら、パラメータのタイプにより、3 種類の画面のいずれかが表示されます。

### 3.13.3 数値パラメータ

パラメータが数値であるとき、図 3.42に示すような「パラメータ変更」画面が表示されます。この画面には次の情報が表示されます。

– 変更しようとしているパラメータの名前(図中では「電動機定格電圧」)
– パラメータのタグコード(図中では 22)
– パラメータを設定できる範囲を示す許容最大値と最小値(図中では 4000 〜4160)
– パラメータデータを表示するときの単位
– ドライブ内に保持されているパラメータの現在値

図 3.42 パラメータデータの入力

図 3.43　数値パラメータの変更

パラメータの変更を行なうには、オペレータインターフェイスのアクセスレベルが「モニタ」以外に設定されていなければなりません(「モニタ」では画面に情報が示されますが、データ入力キーを押しても入力されません)。アクセスレベルがパラメータ変更に適していない場合は、「F8」キーを押して、パラメータへのアクセスを可能にしてください。アクセスレベルの変更方法の詳細は、「アクセスレベルの入力と変更」を参照してください。

パラメータのアクセスが可能となったら、データ入力キー「0」～「9」を使って、新しい値を入力してください。「-」キーは、負数を入力するときに使います。「.」キーは、小数値を入力するときに使います。入力した新しい値は、「バックスペース」キーを押して編集することができます。このキーは、画面で右端に表示されている文字(数字、小数点、または負の記号)を消去します。新しい値を受け入れるには「入力」キーを押します。図 3.43 のような画面になります。入力した新しい値が、定義されている範囲を外れている場合、新しい値には変更されません。たとえば、最小値が 4000 の場合に 900 と入力しても、新しい値は 4100 のままです。

データによっては 16 進数で入力する必要があります。これを行なうためには、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、最右端の桁の値をスクロールし、「0」～「F」のいずれかを選択します。現在の桁の値を確定し、右の桁に移動するには、「右向きカーソル」キーを押します。「入力」キーを押すと、値が確定します。

値は、数値キーパッドから値を入力した場合と同様、編集することができます。

新しい値は、「F10」キーを押して、画面を終了して初めてドライブに送られます。その前に上記の手順をやり直せば、新しい値を変更することができます。また、「F7」キーを押して、変更を取り消すこともできます。「キャンセル」操作をすると、新しい値は取り消され、現在の値に戻ります。

### 3.13.4 文字列パラメータ

文字列パラメータの場合は、図 3.44に示すような「パラメータ変更」画面が表示されます。この画面には次の情報が表示されます。

- 変更しようとしているパラメータの名前(図中では「操作モード」)
- パラメータのタグコード(図中では 4)
- ドライブ内に保持されているパラメータの現在値

図 3.44　文字列パラメータの変更画面

図 3.45　オプションリスト表示画面

パラメータの変更を行なうには、オペレータインターフェイスのアクセスレベルが「モニタ」以外に設定されていなければなりません(「モニタ」では画面に情報が示されますが、データ入力キーを押しても入力されません)。アクセスレベルがパラメータ変更に適していない場合は、「F8」キーを押して、パラメータへのアクセスを可能にしてください。アクセスレベルの変更方法の詳細は、「アクセスレベルの入力と変更」を参照してください。

パラメータのアクセスが可能となったら、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを押して、選択可能なオプションリストを入手してください。「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、求めるオプションを反転表示(白黒反転表示)します(図 3.45)。選択可能なオプションが表示されている画面に収まらない場合は、三角形または逆三角形の記号が示す方向にリストの未表示部分が展開されます(図 3.46)。

「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、これらの追加のオプションをスクロールしてください。新しい値を受け入れるには「入力」キーを押します。図 3.47のような画面になります。

図 3.46 複数ページにわたるオプションリスト表示画面

図 3.47 テキスト変更の完了画面

新しい値は、「F10」キーを押して、画面を終了して初めてドライブに送られます。その前に上記の手順をやり直せば、新しい値を変更することができます。また、「F7」キーを押して、変更を取り消すこともできます。
「キャンセル」操作をすると、新しい値は取り消され、現在の値に戻ります。

### 3.13.5 ビットでエンコードされた値を持つパラメータ

ビットでエンコードされた値を持つパラメータの場合、図 3.48に示すような「パラメータ変更」画面が表示されます。この画面には次の情報が表示されます。

- 変更しようとしているパラメータの名前(図中では「ロジックマスク」)
- パラメータのタグコード(図中では 241)
- 現在選択されているビットの名前(アダプタ 0)
- ドライブ内のパラメータビットの現在値

図 3.48　ビットでエンコードされた値の変更画面

パラメータの変更を行なうには、オペレータインターフェイスのアクセスレベルが「モニタ」以外に設定されていなければなりません(「モニタ」では画面に情報が示されますが、データ入力キーを押しても入力されません)。アクセスレベルがパラメータ変更に適していない場合は、「F8」キーを押して、パラメータへのアクセスを可能にしてください。アクセスレベルの変更方法の詳細は、「アクセスレベルの入力と変更」を参照してください。

パラメータのアクセスが可能となったら、「左向きカーソル」と「右向きカーソル」キーを押して、パラメータ内のさまざまなビットに移動させます。1 つのビットが選択されると、そのビットの名前が表示されます。「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、ビットの状態を(0 または 1 に)切り替えます。

新しい値は、「F10」キーを押して、画面を終了して初めてドライブに送られます。その前に上記の手順をやり直せば、新しい値を変更することができます。また、「F7」キーを押して、変更を取り消すこともできます。「キャンセル」操作をすると、新しい値は取り消され、現在の値に戻ります。

### 3.13.6　アナログポート

ドライブには、パラメータを割付け可能な複数の外部アナログポートがあります。アナログポートを設定するには、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、「設定」画面で「アナログ」オプションを選択し、「入力」キーを押します。

図 3.49に示す一連の画面が表示されます。この画面には、各アナログポートに関連付けられている現在のタグと、そのタグコードが示されています。ポートに割り当てられているタグを変更するには、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、変更したいポートを反転表示して「入力」キーを押します(この操作で何も反応がない場合は、変更するために必要なアクセスが得られていません。「設定」画面を終了し、「アクセスレベルの入力と変更」を参照してアクセスを可能にしてください)。

図 3.49　アナログ設定

これによって、「メータの選択」で述べたタグの選択手順を開始できます。選択プロセスを完了したら、選択されたタグがアナログポートに割り付けられます。割付けを取りやめる場合は、ポートを反転表示して「削除」(「バックスペース」)キーを押します。

新しい値は、「F10」キーを押して、画面を終了して初めて有効になります。その前に「F7」キーを押すと、この画面で行なったすべての変更が取り消されます。

## 3.13.7　故障マスク

ドライブの故障の監視は、選択的に有効化または無効化できます。現在の故障マスクの設定状況を参照するには、「設定」画面で「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、「故障マスク」オプションを選択し、「入力」キーを押します。

図 3.50に示すような画面に、ユーザがマスクできるすべての故障が表示されます。故障ごとにマスクの状態が示されています。状態が「オフ」であれば、故障監視が無効化されていることを意味し、その故障は検出されません。通常の状態は、「オン」つまり有効です。

マスクの状態を変更する場合は、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、変更したい故障を選択し、「入力」キーを押します。図 3.51 に示すように、「入力」キーを押すごとに、マスクの状態が切り替わります(この操作で何も反応がない場合は、ドライブへの適切なアクセスが得られていません。「設定」画面を終了し、「アクセスレベルの入力と変更」を参照してアクセスを可能にしてください)。

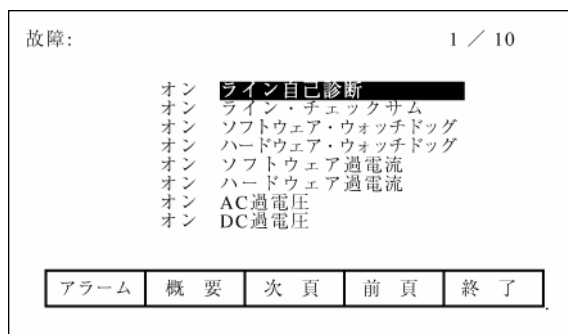



図 3.50 故障画面

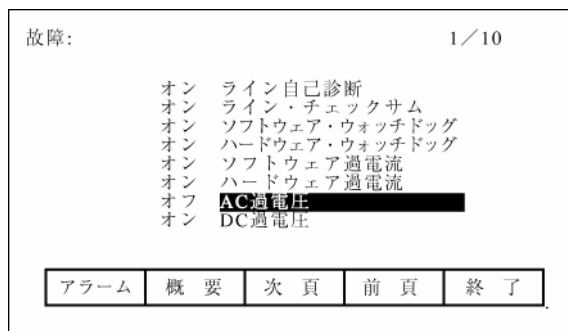



図 3.51 故障マスクオフの画面

図 3.50と図 3.51は、すべての故障マスクと現在の状態を示しています。故障マスクの状態は、「故障設定」画面で「F7」キーを押すことによって参照できます。図 3.52と図 3.53に、「故障概要」画面の一例を示します。

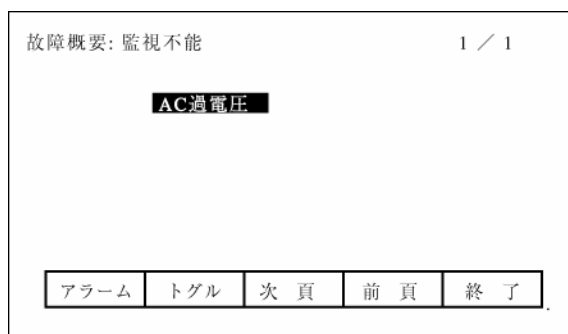



図 3.52 AC 過電圧の無効化画面

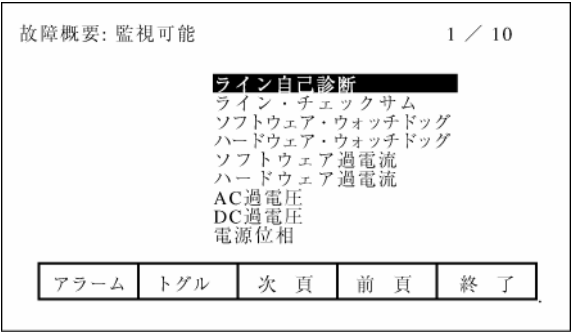



図 3.53　監視が有効な故障概要画面

現在画面に示されている故障マスクの状態は、画面の名前の右側(この例では「故障概要：監視可能」、または「故障概要：監視不能」）と示されています。現在表示されている故障マスクの状態を切り替えるには、「F7」キーを押します。「F7」キーを押すたびに、マスクの状態画面が(たとえば「監視可能画面」から「監視不能」画面に)切り替わります。

「故障概要」画面上の、ある故障のマスクの状態を変更したいときは、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、変更したいマスク項目を選択し、「入力」キーを押します。図 3.52の例では、現在監視不能状態にある「AC過電圧」が選択されています。「入力」キーを押すと、この故障が監視可能になり、図 3.54に示すように、この故障は画面から消去されます。「F7」を押すと、監視可能な故障を示す画面(図 3.55)に切り替わります。AC過電圧も、その項目の 1 つです(この操作で何も反応がない場合は、ドライブへの適切なアクセスが得られていません。「設定」画面を終了し、「アクセスレベルの入力と変更」を参照してアクセスを可能にしてください)。

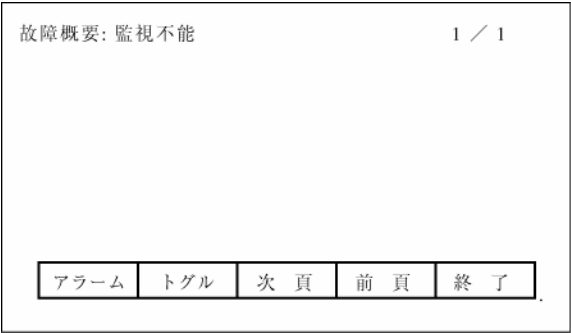



図 3.54　AC 過電圧がリストから消去された画面

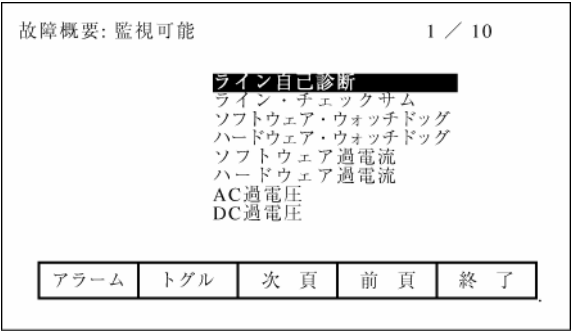



図 3.55　AC 過電圧が監視可能になった画面

故障マスクの変更は、「F10」キーを使って画面を終了して初めて有効になります。即ち、「故障設定」画面を終了したときと同様、「故障概要」画面を終了することによって、ドライブ内のマスクが変更されます。この例では、「故障概要」画面を終了して「故障設定」画面に戻ると、「AC過電圧」のマスクがオンになっています(図 3.56)。

図 3.56　AC 過電圧のマスクがオンになった画面

### 3.13.8 ユーザが定義できる外部テキスト

ドライブは、多くの外部故障入力を持っています。これらの入力に関連付けるテキストをカスタム定義することができます。定義したテキストは、警報画面と、故障マスク画面で使われます。テキストを定義するには、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、「設定」画面で「外部テキスト」オプションを選択し、「入力」キーを押します。図 3.57に示すような画面が表示されます。

図 3.57　外部設定のテキスト画面

特定の故障入力に関連付けられているテキストを変更するには、まず「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、意図する入力を選択します。テキストを変更するには、「右向きカーソル」キーを押します(この操作で何も反応がない場合は、変更するために必要なアクセスが得られていません。「設定」画面を終了し、「アクセスレベルの入力と変更」を参照してアクセスを可能にしてください)。文字列の最初の一文字が、図 3.58に示すように白黒反転して表示されます。「テキスト編集」を参照してください。編集が完了したら、図 3.58に示すような画面が現れます。

図 3.58　テキストの変更画面

図 3.59　テキスト変更の完了画面

新しい値は、「F10」キーを押して、画面を終了して初めて有効になります。その前に「F7」キーを押すと、この画面で行なったすべての変更が取り消されます。

## 3.13.9 PLC

ドライブは、オプションとしてリモート I/O (RIO：Remote Input/Output)アダプタを介して、PLC と接続することができます。ドライブが、PLC 上に 1 つの情報のラックとして現れます。ラック内のワードの 1 つ 1 つに対応するタグを、定義することができます。PLC リンクを設定するには、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、「設定」画面で「PLC」オプションを選択し、「入力」キーを押します。

図 3.60または図 3.61に示す画面が表示されます。PLC設定は、8 つの入力ワードと、8 つの出力ワードから成り立っています。

これらは、別々の画面に表示されます。表示されている PLC のワードのタイプは、画面の名前の右に、「PLC 設定：入力」、「PLC 設定：出力」のように定義されます。画面を切り替えるには「F8」キーを押します。
「F8」キーを押すたびに、もう一方のワードセットを示す画面に切り替わります。

PLC の「ラック」のレイアウトは、リモート I/O アダプタ上のディップスイッチの設定によって決まります(型番 1203-GD1、1203-GK1、1203-CN1、1203-GD2、1203-GK2、1203-GK5、1203-GU6、1203- SM1、および 1203-SSS のリモート I/O アダプタの詳細と使い方は、適切な取扱説明書を参照してください)。タグは、2 つずつのペアでラックモジュールの位置に割り付けられます。これらのペアはリンクと呼ばれ、2 つの入力ワードと 2 つの出力ワードから構成されています。リモート I/O アダプタには、合計 4 つのリンクを割り付けることができます。

画面には、個々のリンクに対応する設定済みのタグと、それらのタグコードが示されています。リンクに付けられたタグを変更するには、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って変更したいリンクを反転表示させ、「入力」キーを押します(この操作で何も反応がない場合は、変更するために必要なアクセスが得られていません。「設定」画面を終了し、「アクセスレベルの入力と変更」を参照してアクセスを可能にしてください)。

図 3.60　PLC 入力リンク画面

PLC設定：　出力

リンクA1　停止モード　: 77
リンクA2　総減速時間　: 62
リンクB1　電動機定格電圧　: 22
リンクB2　電動機定格hp　: 25
リンクC1　速度信号最大値　: 48
リンクC2　PG選択　: 237
リンクD1　外部重故障　: 200
リンクD2　入力接触器コンフィギュレーション　: 1

アラーム　キャンセル　トグル　終　了

図 3.61　PLC 出力リンク画面

これによって、「メータの選択」で述べたタグの選択手順を開始できます。出力ワード用のタグを選択するとき、パラメータだけが選択できます。入力用のワード選択では、パラメータとリード・オンリー・パラメータの両方が選択できます。選択プロセスが完了したら、選択されたタグが、リンクに割り付けられます。割付けをキャンセルするには、リンクを反転表示させて「削除」(「バックスペース」)キーを押します。

新しい値は、「F10」キーを押して、画面を終了して初めて有効になります。その前に「F7」キーを押すと、この画面で行なったすべての変更が取り消されます。

### 3.13.10 外部 I/O

ドライブは、ハードワイヤ(直接配線)入出力用のディスクリート I/O として、外部 I/O アダプタを使います。各ドライブには、1 つ以上の外部 I/O モジュールが含まれています。各モジュールは、それがリンクのどこに接続されているかによって、自動的に割り当てられる固有のアドレスを持っています。このアドレス値は、モジュールの LED(液晶)画面上で参照することができます。ドライブは、これらのアドレス値をドライブ内のパラメータとリンクするように設定しなければなりません。外部 I/O を設定するには、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、「設定」画面上から「外部 I/O」オプションを選択し、「入力」キーを押します。

注意：この機能は現在は使えません。将来の機能拡張のために予約してあるものです。

### 3.13.11 助言メッセージ

ドライブを設定して行ったすべての変更内容は、ドライブの揮発性メモリに保存されます。したがって、ドライブの電力が失われると、変更した内容も喪失してしまいます。変更を永久保存するためには、メモリの内容を NVRAM (不揮発性ランダム・アクセス・メモリ)に保存しなければなりません。

ドライブデータの変更を行なったいくつかの画面グループを終了するときには、図 3.62に示すように、データの保存を求めるメッセージが表示されます。データを保存する場合は、「F8」「はい」を押すと、NVRAM画面(「設定の保存と検索(NVRAM)」を参照)が表示されます(図 3.63)。データを一時データとしてRAM内にだけ置いておきたいのであれば、「F9」「いいえ」を押してください。「F10」「終了」を押すと、この画面に入る前に終了した画面に戻ります。

データは、「最上位メニュー」から「NVRAM」画面に直接アクセスすれば、必要に応じて随時保存できます。「設定の保存と検索(NVRAM)」を参照してください。

図 3.62　助言メッセージ画面

図 3.63　NVRAM 画面

### 3.13.12 設定の保存と検索(NVRAM)

メモリ機能にアクセスするには、「最上位メニュー」画面で「F5」キーを押します。この画面では、ドライブのメモリに対して 3 つの操作を実行することができます。これらの操作を実行するためには、ドライブへの適切なアクセスが必要です。「アクセスレベルの入力と変更」を参照してください。

### 3.13.13 初期化

ドライブには、デフォルトのパラメータセットと設定情報が含まれており、これがドライブを設定するための基礎となります。デフォルトのデータセットでドライブを初期化するには、「F3」キーを押します。図 3.64に示すような画面が現れ、実行しようとしている操作が示されます。

画面は、操作についての確認を求めてきます。「F8」キーを押すと先に進みます。「F9」キーを押すと操作を中断します。初期化を実行すると、現在ドライブ内に保存されているデータに上書きします。NVRAM に保存されている以前の変更内容は、この操作による影響を受けません(データは、変更されずにそのまま保存されます)。

図 3.64　初期化操作画面

### 3.13.14 保存

ドライブデータに対して行なった変更は保存しておかなければ、ドライブの電源を落としたときに消失してしまいます。変更を保存するためには「F5」キーを押します(図 3.65)。

不揮発性(NV)RAM ：

操作： 不揮発性(NV)RAMへ保存
すすめますか？ はい／いいえ？
操作状態：
保存中

| ヘルプ | | 初期化 | ロード | 保　存 |
|---|---|---|---|---|
| アラーム | | はい | いいえ | 終　了 |

図 3.65　保存操作画面

操作の確認で「F8」を押すと先に進み、「F9」を押すと中断します。データを保存すると、以前 NVRAM 内に保存していたデータが上書きされます。

### 3.13.15 ロード

NVRAM内に保存されたデータは、ドライブの電源が投入されるたびに、自動的に使われます。ドライブ内のデータに(保存せずに)変更を加えた後で、以前保存していたデータを使用したい場合は、「F4」キーを押します(図 3.66)。

不揮発性(NV)RAM ：

操作： 不揮発性(NV)RAMにダウンロード
すすめますか？ はい／いいえ？
操作状態：
ダウンロード中

| ヘルプ | | 初期化 | ロード | 保　存 |
|---|---|---|---|---|
| アラーム | | はい | いいえ | 終　了 |

図 3.66　ロード操作画面

操作の確認で「F8」を押すと先に進み、「F9」を押すと中断します。データをロードすると、ドライブが現在使っているデータに上書きします。

# 3.14　パラメータの表示

ドライブのパラメータを表示し、ドライブ内の値を連続して示すことができます。「最上位メニュー」画面から、「F4」キーを押します。図 3.67に示す「グループ表示」画面が表示されます。

この画面には、表示可能なグループが 1 ページまたは複数のページにわたって示されます。表示されるグループの数は、現在のアクセスレベルによって変わります。「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、表示したいグループを選択し、「入力」キーを押します(図 3.68)。

図 3.67　グループ表示画面

図 3.68　「特性選択」を選択した画面

図 3.69　ビットでエンコードされた値を持つパラメータ画面

図 3.70　ローカル出力の各ビットについての説明画面

図 3.68に示すような表示画面が表示されます。画面には、表示されているグループの名前が、画面名の右に表示されています(「特性選択」)。グループに属する項目が、ドライブ内で、その項目に割り付けられているタグ名と、その項目の測定単位(16 進数、回転数など)とともに、1 ページまたは複数のページにわたって表示されます。ビットでエンコードされた値は、16 進数のパラメータとして表示されます。「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、ビットでエンコードされた値を持つパラメータを選択し、「入力」キーを押します(図 3.69および図 3.70)。図 3.70に示すように、「パラメータ表示画面」にパラメータが、ビットごとにデコード(復号)して表示されます。

2 つ一組になっている項目の左側には、ビットの名前が示されています。右側には、そのビットのパラメータ内での現在値が示されています。

これらのすべての値は、ドライブから実時間ベースで更新されます。

表示画面からパラメータを変更することができます。現在見ている画面のグループにパラメータがあるとき、「F7」キーを押します。オペレータインターフェイスで、変更するパラメータを選択できるようになります。詳細は、「パラメータの変更」を参照してください。

ドライブ内のいずれかのパラメータを変更したら、その変更を恒久的なものとするかどうかを尋ねられます。この質問は「グループ画面」を終了した後に現れます。詳細は、「助言メッセージ」を参照してください。

### 3.14.1 カスタムグループ

「グループ画面」(図 3.67)で「F7」キーを押すと、カスタム定義したグループを選択することができます。このカスタムグループには、さらに見やすくするために 1 つの画面にまとめられた、1 つまたはそれ以上のグループから選ばれたタグが含まれています(図 3.71)。

タグをこの画面に割り付けるには、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、求める項目の位置を反転表示させて「入力」キーを押します。これによって、「メータの選択」で述べたタグの選択手順を開始できます。この選択プロセスを完了すると、選択されたタグが図 3.72に示すように、その項目に割り付けられます。反転表示された項目からタグを削除するには、「削除」(「バックスペース」)キーを押します。

図 3.71　カスタム画面

図 3.72　「電源電圧」を割り付けた画面

変更はすぐに有効になります。ただし、「F10」キーを押して終了するまで、その変更は保存されません。終了する前に「F7」キーを押すと、画面が表示された時点以降に加えた変更がすべて取り消されます。

## 3.15　ドライブ状態の表示

ドライブの状態を参照するには、「最上位メニュー」画面上で「F7」キーを押します。図 3.73に示すこの画面には、最新のドライブ状態が、実時間ベースで更新されながら表示されます。

図 3.73　ドライブ状態表示画面

## 3.16 警告の表示とリセット

ドライブのすべての故障と警告は、それぞれの待ち行列にログが記録されます。故障と警告は、「アラーム」と総称されます。新しい「アラーム」が発生したら、どの画面でも「F6」キーが白黒反転点滅します。どの画面でも「F6」キーを押すことにより、図 3.74に示すような画面が表示されます。

図 3.74 アラーム総括画面

この画面には現在のドライブの状態のほか、ドライブが最後にトリップする原因になったアクティブな故障と、保留中の警告中が表示されます。(ドライブが故障状態や警告状態から復帰していない間、この画面には故障や警告だけが表示されます。これは待ち行列の内容には左右されません。)**注意**：ターミナルのFRNが 4.005 より新しい場合のみ。

故障診断に役立つように、最後にドライブが始動し、何らかの理由で停止した日時も提供されます。

アラームを確認したら「F6」キーを押します。「F6」キーの点滅が停止し、通常表示に戻ります。(新しいアラームが発生したら、「F6」キーは、再度白黒反転で点滅します。)

ドライブをリセットするには、「F7」キーを押します。この操作により、ドライブ内でラッチ(固定)されている故障が、すべてリセットされます。この操作によって、「故障」または「警告」用の待ち行列は、影響を受けません。故障が解消されない場合、その故障は、再度新しい故障として待ち行列に加えられます。

「故障」と「警告」は、別々の待ち行列に発生順に保存されます。どちらの動作も同様であるため、ここでは故障待ち行列について説明します。故障待ち行列にアクセスするには、「アラーム総括」画面で「F9」ソフトキーを押します。

典型的な画面を、図 3.75に示します。この画面には、発生したすべての故障が発生順に表示されます。タイムスタンプによって、故障が発生した日時が示されます。直近に発生した故障が、リストの最上部に表示されています。必要があれば、「F8」と「F9」キーを使って、他のページに移動します。表示されている項目は、「F7」キーを押して待ち行列をクリアするまで、待ち行列から削除されません。待ち行列が一杯になったら、新しい故障用に行列内の場所を確保するため、既存の故障情報が最も古いものから順番に取り除かれます。

図 3.75　故障の待ち行列画面

### 3.16.1 アラームのヘルプ

「故障」または「警告」の待ち行列を表示しているとき、入力されているアラームについての、ヘルプテキストが利用できる場合があります。「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、ヘルプを求めたいアラーム項目を反転表示させ、「入力」キーを押します。図 3.76に示すようなアラームの「アラームヘルプ」画面が表示されます。すべてのアラームが、このような追加のヘルプテキストを持つわけではありません。そのようなアラームでは、図 3.77に示すような画面が表示されます。

図 3.76　アラームヘルプ画面

図 3.77　アラームヘルプがない画面

## 3.17　プリントアウト要求

ドライブにオプションのプリンタが組み込まれている場合は、ターミナルで参照できるデータのハードコピーを印刷することができます。プリントアウトは、「プリンタ」画面で行います。「最上位メニュー」を表示させて、「F3」キーを押します。

図 3.78に示すような画面が表示されます。現在のプリンタ(A-B部品番号80025-290-01)の状態と、出力できるレポートのタイプを表示しています(プリンタハードウェアの使い方と、出力できる各種のレポートについては、プリンタの取扱説明書「Syntest SP401 Thermal Printer User Manual」(英語版のみ)を参照してください)。「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、求めるレポートを選択し、「入力」キーを押します。レポートがプリンタに送られます。

プリンタは、アラームが発生したら自動的にプリントアウトできます。この機能は、レポートフォーマットの 1 つとして選択されます。図 3.78において、「AUTO - ON(自動－入)」とあるのは、この機能が現在有効になっていることを示しています。この機能を無効にするには、「下向きカーソル」キーを使ってテキストを選択し、「入力」キーを押します。(プリンタが接続されていれば)テキストが「AUTO - OFF(自動－切)」に切り替わります。これで自動アラームプリントアウト機能が無効になります。この機能を再度有効にするには、選択中に再度「入力」キーを押します。

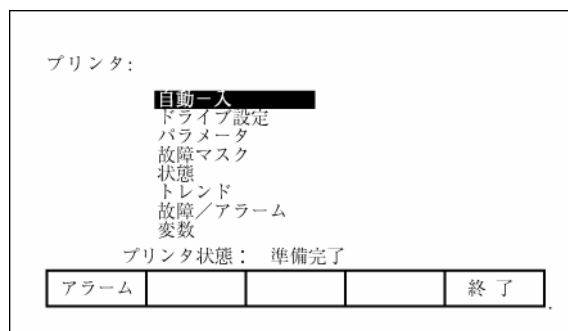



図 3.78　典型的なプリンタ画面

## 3.18　トレンド診断の実行

画面のトレンド診断操作をすると、特定の期間内における複数のパラメータの関連性を、キャプチャ(捕捉)することができます。この操作では、次のことを行ないます。

- 「トレンド診断」をするパラメータの指定
- 「トレンド診断開始」の「トリガ条件」の指定
- 「サンプルレート」と「トリガ位置」の指定
- トレンド診断結果の表示

「トレンド診断」操作へは、「最上位メニュー」で「F9」を押してアクセスします。その結果表示される画面を、図 3.79に示します。

図 3.79 診断画面

この画面から、トレンド診断を実行するための画面にアクセスすることができます。画面には、現在のトレンドの状態(「プログラム未了」、「診断中」、「トリガ済」、「停止中」)が表示されています。「トリガ」が指定されると、「トリガパラメータ」、「トリガ条件」、および「トリガタイプ」が表示されます。

データがすでにキャプチャされている場合は、最後にトリガされ打刻された時刻が表示されます。このキャプチャされたデータは、「F9」キーを押して表示できます。

「トリガ」が指定され、現在「停止中」の場合は、「F7」キーを押してトリガを再起動できます。「診断中」のときは、「F2」キーを押して強制的にトリガをかけることができます。そのようにすると、トリガ条件が実際には整わないのに、すべてのデータバッファは、あたかも条件が整ったかのごとく表示されます。

トレンドを指定するには、「F8」キーを押して、図 3.80に示す「設定」画面を表示させます。

図 3.80 診断設定画面

診断設定: 1 ／ 2

S－トリガ: 電源電圧 ＝ .000 pu

トレース1 電源電圧 :324
トレース2 :
トレース3 :
トレース4 :

レート [mSec] : 0 トリガ後サンプル [%] : 0

| ヘルプ | 条 件 | データ | レート | 後サンプル |
|---|---|---|---|---|
| アラーム | キャンセル | アクセス | トリガ | 終 了 |

図 3.81　1 つのトレースに割り付けた画面

この画面で、モニタされるタグが 1 つのトレースに割り付けられます。最初のトレースに割り付けたタグには、トリガパラメータとして「Trace 1(トレース 1)」が使われます。デフォルトでは、タグを「トレース 1」に割り付けるとき、トリガの値(データ)はタグの最小値に設定され、トリガ条件は「equal to(～と等しい)」になります。タグは、トリガ値やトリガ条件の設定前に、「トレース 1」に割り付けなければなりません。この画面では、サンプルを取得する間隔(「RATE(レート」)と、表示バッファ内のトリガポイントの位置も設定できます。デフォルトでは、トリガはバッファの中央で発生しますが、トリガポイントに続くサンプル(「POST(後サンプル)」のパーセンテージを指定することによって、変更することができます。

## 3.18.1　トレースの割り付け

タグをトレースに割り付けるには、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使います。割り付けたいトレースを反転表示させ、「入力」キーを押します。1 つの画面に一度に表示できない量のトレースがあるため、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、更なるトレースの拡張リストを画面上に表示します(この操作で何も反応がない場合は、変更するために必要なアクセスが得られていません。アクセスするには「F8」キーを押し、「アクセスレベルの入力と変更」を参照してください。)

これによって、「メータの選択」で述べたタグの選択手順を開始できます。この選択プロセスを完了すると、選択されたタグが図 3.81に示すように、トレースに割り付けられます。反転表示されたトレースからタグを取り除くときは、「削除」(「バックスペース」)キーを押します。

## 3.18.2　トリガの設定

タグが「トレース 1」に割り付けられたら、トリガ値の設定に進みます。ここでは、「トリガタイプ」、「トリガ条件」、および「トリガ値」という 3 項目の情報が必要になります。これらの情報は、「F9」、「F2」、および「F3」キーをそれぞれ押すことによって選択され、変更可能になります(この操作で何も反応がない場合は、変更するために必要なアクセスが得られていません。アクセスするには「F8」キーを押し、「アクセスレベルの入力と変更」を参照してください。)

「トリガタイプ」には2つの種類があります。「シングルトリガ」は、一度かけられてから停止します。再トリガは、手動でかける必要があります。これがデフォルトのトリガタイプです。「連続トリガ」は、自動的に再トリガをかけ、キャプチャされたデータの内容表示が停止するまで、新しいトレンドを収集し続けます。現在選択されているトリガタイプは、トリガラベルの前に「C(連続トリガ)」または「S(シングルトリガ)」のいずれかで表示されています(図3.81を参照してください)。トリガタイプを切り替えるには、「F9」キーを押します。

「トリガ条件」と「トリガ値」は、「F2」と「F3」キーを使ってそれぞれ設定されます。反転表示されている部分が、変更できる箇所です。

「トリガ条件」は、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使ってスクロールし、下記の条件リストの中から1つを設定します。「入力」キーを押すと編集を終了し、表示されている条件が確定します。

**トリガ条件**：

| | |
|---|---|
| = | Equal to(～と等しい) |
| N= | Not Equal to(～と等しくない) |
| > | Greater then(～より大きい) |
| < | Less then(～より小さい) |
| + | Boolean OR(ブール代数の「OR」) |
| N+ | Boolean NOR(ブール代数の「NOR」) |
| & | Boolean AND(ブール代数の「AND」) |
| N& | Boolean NAND(ブール代数の「NAND」) |

トリガ値(データ)は、数値キーパッドを使って設定します。データ入力キー「0」～「9」を使って、新しいトリガ値を入力します。「-」キーは、負数を入力するときに使います。「.」キーは、小数値を入力するときに使います。入力した新しい値は、「バックスペース」キーを押して編集することができます。このキーは、画面で右端に表示されている文字(数字、小数点、または負の記号)を消去します。新しい値を受け入れるには「入力」キーを押します。図3.82のような画面になります。入力した新しいトリガ値が許容限界値を超えている場合、新しいトリガ値は、最も近い許容限界値になります。たとえば、許容最小値が1000であるときに900と入力したら、新しいトリガ値は1000として表示されます。

データによっては16進数で入力する必要があります。これを行なうためには、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、最右端の桁の値をスクロールし、「0」～「F」のいずれかを選択します。現在の桁の値を確定し、右の桁に移動するには、「右向きカーソル」キーを押します。「入力」キーを押すと、値が確定します。

値は、数値キーパッドから値を入力した場合と同様、編集することができます。

図 3.82 トリガ条件画面

### 3.18.3 サンプルレートとトリガ位置の設定

「F4」キーを押して、サンプルを取り込むレート(間隔)を設定します。このデータ領域は、トリガデータの入力と同じやり方で変更することができます。レートは、0 msec (可能な最大速度で収集)から 20.000 sec の間で設定できます。

サンプルが収集されたら、バッファの一部にトリガ位置より前の値が保存され、バッファの残りの部分に、トリガ位置より後の値が保存されます。「F5」キーを押すと、トリガされた後に収集値にアロケートされる(割り当てられる)トレンドバッファのパーセンテージを設定できます。このデータ領域は、トリガデータの入力と同じやり方で変更することができます。

### 3.18.4 トレースの開始

「F10」キーを押して画面を終了するまで、変更は有効にならず、トレンドも開始されません。終了する前に「F7」キーを押すと、画面が表示された時点以降に加えた変更がすべて取り消されます。

画面を終了したらトレンドが開始され、図 3.83に示すような画面に、トリガ条件と状態が表示されます。「診断」画面で「F7」キーを押して、トレンドを開始することもできます。

図 3.83 診断の再トリガ画面

図 3.84　診断のトリガ済画面

トリガがかかってデータ収集が始まると、図 3.84に示すように、「トリガ済」の状態が表示されます。バッファがキャプチャしたデータで満杯になると、状態表示は図 3.85に示すように「停止中」に変わります(「シングルキャプチャ」のとき)。トリガがかけられた日時が表示されます。トレンドバッファは、その状態が「停止中」のときのみ表示されます。「連続」モードでは、バッファが表示されたときにキャプチャが停止します。トレンドバッファを表示するには「F9」キーを押します。

図 3.85　診断の停止中画面

診断表示:　　7 ／ 13

| | トレース1 [Hz ] | トレース2 [Hz ] | トレース3 [pu ] | トレース4 [pu ] |
|---|---|---|---|---|
| | 4.9 | 4.9 | .883 | .000 |
| | 5.1 | 5.1 | .883 | .000 |
| T-> | 5.1 | 5.1 | .883 | .000 |
| | 5.2 | 5.2 | .887 | .000 |
| | 5.3 | 5.3 | .887 | .000 |
| | 5.3 | 5.3 | .887 | .000 |
| | 5.4 | 5.4 | .887 | .000 |
| | 5.4 | 5.4 | .887 | .000 |

| アラーム | | 次 頁 | 前 頁 | 終 了 |
|---|---|---|---|---|

図 3.86　トレンドバッファの表示画面

図 3.86に示すような画面が表示されます。最初に画面を表示したとき、画面はトリガ位置を「T ->」のように表示します。トリガ位置のいずれかの側のデータを表示するには、「F8」と「F9」キーを押します。

診断リスト設定に加えられた変更は、ドライブ内のNVRAMに保存されない限り、恒久的にはなりません。診断画面(図 3.79)を終了すると、変更をNVRAMに保存するかどうかを尋ねる画面が現れます。詳細は、「助言メッセージ」を参照してください。

## 3.19 フラッシュメモリの転送

フラッシュメモリは、電源が喪失してもデータが失われないような不揮発性環境内にデータを保存するために使われます。オペレータインターフェイスは、2 つのフォームのフラッシュメモリを使っています。1 つは、オペレータインターフェイスに組み込まれているものです。このフォームのフラッシュメモリは、オペレータインターフェイスのファームウェアと、ドライブからのパラメータの保存に使用されます。これらの情報は、取り外し可能なフラッシュ・メモリカードにも保存できます。

フラッシュのもう 1 つのフォームは、ドライブのデータを別のドライブにロードするために、物理的にデータを移動する手段としてのフラッシュ・メモリカードです。フラッシュカード上のすべてのファイルは DOS フォーマットを使っているため、PCMCIA ドライブを持つどの PLC でも、読取りと書込みができます。INTEL の、次のメモリチップを使っているフラッシュ・メモリカードが、サポートされています。

- 28F010
- 28F020
- 28F008SA
- 28F016SA

これらのチップは、ロックウェル・オートメーション製の、次の型番のメモリカードに使われています。

| | |
|---|---|
| 2711-NM11 | 2711-NM24 |
| 2711-NM12 | 2711-NM28 |
| 2711-NM14. | 2711-NM216 |

ここでは、これら 2 種類のフラッシュメモリのフォームとドライブの間で、どのようにデータを転送するかについて説明します。具体的には次の方法を示します。

- フラッシュカードのフォーマット
- DOS ファイルフォーマットのフラッシュカード上にあるディレクトリの見方
- フラッシュカードからプログラム(ファームウェア)を選択し、オペレータインタフェイスにロードする方法
- ドライブから受け取ったパラメータのフラッシュカード上あるいはオペレータインターフェイス上への保存
- フラッシュカード上のパラメータや、オペレータインターフェイスに以前保存したパラメータの、ドライブへのダウンロード
- フラッシュカードからの言語モジュールのロード

「転送」操作にアクセスするには、「ユーティリティ」画面で「F7」キーを押します。その結果表示される画面を、図 3.87に示します。

図 3.87 転送の主画面

この画面から、フラッシュメモリに関するさまざまな機能を実行するための追加画面を呼び出します。画面には、オペレータインターフェイスの、現在のアクセスレベルが表示されています。フラッシュメモリまたはドライブの内容を変更する操作を実行するためには、アクセスレベルが「モニタ」以外でなければなりません。「モニタ」レベルでも、フラッシュカードの内容を参照することはできます。アクセスレベルを変更するには「F8」キーを押します。「アクセスレベルの入力と変更」を参照してください。

## 3.19.1 フラッシュカードのフォーマット

フラッシュカード上のファイルは、通常の DOS ファイルとは異なる特性を有しています。一度書き込まれたら、変更できません。新しいファイルをカードに書き加えることはできますが、書き込まれたファイルを選択して、削除することはできません。

新しいフラッシュカードを使い始めるとき、あるいは、すべてのファイルを既存のカードから削除するときには、最初にカードをフォーマットをしなければなりません。フォーマットすると、カード上のすべてのデータは消去され、DOS ファイル構造が作られます。

カードをフォーマットするには、「転送」画面で「F2」キーを押します。図 3.88に示す画面が現れ、実行しようとしている操作と、操作の現状が表示されます(キーを押しても反応がない場合は、フラッシュメモリの変更に必要なアクセスが得られていません。「転送」画面を終了し、「アクセスレベルの入力と変更」を参照してアクセスを可能にしてください)。

図 3.88 フラッシュカードのフォーマット画面

その後、操作の実行を確認するメッセージが表示されます。「F8」キーを押すと先に進みます。「F9」キーを押すと操作を中断します。フォーマットを実行すると、フラッシュカード上の既存のデータは、すべて上書きされます。

カードによって異なりますが、フォーマットには数分間かかります。フォーマットが完了したとき、あるいはエラーが生じたときは、その状態が表示されます。

この画面で「F2」キーを押すことにより、追加のカードがフォーマットできます。

## 3.19.2　ディレクトリを参照する

フラッシュカードのディレクトリは、「転送」画面上で「F7」キーを押すことによって表示されます。ディレクトリには、ファイルの名前と拡張子が、そのファイルが作成された日時とともに示されます。典型的な画面を、図3.89に示します。

ディレクトリ：　1 ／ 1
ファイル名:

| REV3_14 | .FMW | 99/07/30 | 09:10 |
|---|---|---|---|
| FRENCH | .LNG | 98/02/25 | 16:39 |
| SPANISH | .LNG | 97/06/12 | 13:17 |
| PUMP | .PAR | 99/10/20 | 11:17 |
| RUSSIAN | .LNG | 97/12/09 | 09:06 |
| BOILER | .PAR | 00/02/17 | 13:30 |

| ヘルプ | 編　集 | | 削　除 | |
|---|---|---|---|---|
| アラーム | キャンセル | 次　頁 | 前　頁 | 終　了 |

図 3.89　典型的なディレクトリ画面

ファイル名を入力したり、ディレクトリから取り出したりする必要がある画面や操作では、この「ディレクトリ」画面を使います。この画面は、ディレクトリが用意されている画面で「F7」キーを押せば、いつでも呼び出すことができます。

「転送」画面からディレクトリに入ると、すべてのファイルが表示されます。操作画面の 1 つからディレクトリ画面に入ったときは、実行している操作に関係したファイルだけが表示されます。

オペレータインターフェイス内では、サブディレクトリがサポートされていないため、カードのルートディレクトリだけが使われます。

## 3.19.3　ファイル名の選択

フラッシュカード上にあるファイルを使って作業するときは、実行中の操作で使うために、ディレクトリからファイルを取り出す必要があります。「ディレクトリ」画面に入ると、操作に関連するすべてのファイルが表示されます。必要なファイルを選択するには、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使います。「入力」キーを押してファイルを選択し、操作を進めます。

「F10」キーを押すと選択操作を中断し、操作を続行しないで 1 つ前の画面に戻ります。

### 3.19.4 ファイル名の入力

新しいファイルを作成するときは、新しいファイル名を入力するために、「ディレクトリ」画面が使われます。この画面に入ると、操作に関連するすべての既存ファイルが、図 3.90に示すように表示されます。

図 3.90　典型的なファイル選択画面

既存のファイル名をまず選択して、これを新しいファイル名のベースとして使います。「F2」キーを押します。ファイル名が編集できる状態になります。詳細は、「テキスト編集」を参照してください。ファイル名の入力が完了したら、「入力」キーを押して操作を進めます。

## 3.20　プログラム(ファームウェア)のローディング

ファームウェアは、このマニュアルで説明しているすべての機能を提供するために、オペレータインターフェイスの中で走っているプログラムです。ファームウェアは、2 通りの方法のいずれかでフラッシュカードからロードされます。

a) 電源投入時、あるいは再起動時に、オペレータインターフェイスにメモリカードが挿入されており、そのカードに.FMW という拡張子を持った有効なファームウェアが格納されている場合、オペレータインターフェイスは、自動的にカード上にある最初の.FMW ファイルをロードします。

b) ユーザがカード上の.FMW ファイルを 1 つまたは複数選択し、選択したファームウェアをオペレータインターフェイス内にロードできます。ここでは、この方法を説明します。

「転送」画面で「F3」キーを押します。オペレータインターフェイスが、既存のファームウェアのファイル名を選択または入力できる「ディレクトリ」画面に入ります。「ファイル名の選択」および「ファイル名の入力」を参照してください(キーを押しても反応がない場合は、フラッシュメモリの変更に必要なアクセスが得られていません。「転送」画面を終了し、「アクセスレベルの入力と変更」を参照してアクセスを可能にしてください)。

ファイル名が得られたら、「転送：プログラム」画面(図 3.91)が現れます。この画面は、ファイル名、実行しようとしている操作への指示、および操作の現状を表示します。

転送: プログラム:

ファイル名: REV3_14.FMW

ファームウェアのダウンロード

進めますか？ はい／いいえ？

操作状態:

転送中

| ヘルプ | | プログラム | | |
|---|---|---|---|---|
| アラーム | ディレクトリ | はい | いいえ | 終 了 |

図 3.91 新しいファームウェアのロード画面

その後、操作の実行を確認するメッセージが表示されます。「F8」キーを押すと先に進みます。「F9」キーを押すと操作を中断します。「ファームウェアのダウンロード」操作を実行すると、現在走っている既存のファームウェアは上書きされます。

ダウンロードを中断したり、ダウンロードが開始前に失敗した場合は、「F3」キーを押せば再試行できます。異なるファイル名を選択または入力するには、「F7」キーを押します。

この操作の性質上、すべてのオペレータインターフェイスの機能は、ダウンロード中には停止します。ダウンロードが始まったら、オペレータインターフェイスの画面には、状態情報はいっさい表示されません。代わりに、オペレータインターフェイスの裏面にある 2 つの LED で状態を確認できます。

- *緑の点滅* – すべてが正常で、転送が進行中であることを示します。

- *赤の点灯* – 転送が失敗しました。ファームウェアを上記a)の方法でロードしなければなりません。これはフラッシュカードを挿入した状態で、オペレータインターフェイスの電源を切った後再投入するか、「左向きカーソル」、「右向きカーソル」、および「入力」キーを同時に押すことによって、行なうことができます。カードに 2 つ以上のファイルがある場合は、最初のファイルがロードされます。必要なファームウェアを選択するためには、この操作を繰り返す必要があります。

転送に成功して終了したら、新しいファームウェアが自動的に操作を開始します。「オペレータインターフェイスの電源投入」を参照してください。

**警告**：***有効なファームウェア*.FMWファイルを含んでいるフラッシュカードを挿入した状態で、オペレータインターフェイスの電源を投入すると、オペレータインターフェイスは、常にそのファームウェアをロードしようとします(上記aのケース)。このため、ファームウェアのダウンロードが終了したら、ファームウェアファイルを含んでいるフラッシュカードは、オペレータインターフェイスから取り外してください。***

## 3.21　パラメータの転送

ドライブで使われるパラメータは、ドライブ自体が保存しています。オペレータインターフェイスは、それらのパラメータを見たり編集したりすることに使われます。「ドライブ制御基板」を取り替えると、新しい基板にパラメータを再入力する必要があります。オペレータインターフェイスに、古い制御基板からすべてのパラメータを読み取り、それをオペレータインターフェイス内、あるいはフラッシュカードに保存することによって、このプロセスを簡単に行なうことができます。新しい基板が取り付けられたら、前もって保存しておいたパラメータを、新しい基板にダウンロードします。

同じパラメータセットを使う複数のドライブがある場合も、フラッシュカードが役立ちます。最初のドライブにパラメータを入力した後、フラッシュカードにアップロードして保存します。そうすれば、このフラッシュカードから別のドライブにパラメータをダウンロードできます。

**注意**：この機能では、ドライブのNVRAMにはパラメータは保存されません(「設定の保存と検索(NVRAM)」を参照してください)。パラメータのダウンロードが終わったら、それを恒久的に使うために、ドライブ内に保存する必要があります。

パラメータの転送は、「転送」画面で「F4」キーを押して行います。図3.92に示す画面が表示されます(キーを押しても反応がない場合は、フラッシュメモリの変更に必要なアクセスが得られていません。「転送」画面を終了し、「アクセスレベルの入力と変更」を参照してアクセスを可能にしてください)。この画面では、4 種類のパラメータ転送を実行できます。

図 3.92　パラメータの転送メニュー画面

### 3.21.1　オペレータインターフェイスへのアップロード

パラメータは「F5」キーを押すことによって、ドライブからオペレータインターフェイスに読み込まれます。図 3.93に示すような画面が現れ、実行しようとしている操作が示されます。その後、操作の実行を確認するメッセージが表示されます。「F8」キーを押すと先に進みます。「F9」キーを押すと操作を中断します。「ドライブからメモリ(「DRV>MEM」)」への転送を実行すると、オペレータインターフェイス内にそれまで保存されていたパラメータは、上書きされます。

図 3.93 保存されているパラメータの転送画面

## 3.21.2 オペレータインターフェイスからのダウンロード

オペレータインターフェイスに保存されているパラメータは、「F3」キーを押すことによってドライブにダウンロードされます。図 3.93に示した画面が表示されます(ただし、表示は「メモリからドライブ」になっています)。操作の確認で「F8」を押すと先に進み、「F9」を押すと中断します。「メモリからドライブ(「MEM>DRV」)」転送を実行すると、ドライブ内のパラメータは上書きされます。この操作では、ドライブのNVRAMに保存されているパラメータは変更されません。

パラメータがダウンロードされたら、新しいパラメータを恒久的なものとしてドライブにダウンロードするかどうかを確認してきます。詳細は、「助言メッセージ」を参照してください。

## 3.21.3 メモリカードへのアップロード

「F4」キーを押すことによって、パラメータがドライブから読み込まれ、メモリカードに保存されます。オペレータインターフェイスは、パラメータのファイル名を入力できる「ディレクトリ」画面に入ります。「ファイル名の入力」を参照してください。.ファイル名が得られたら、「転送：パラメータ」画面(図 3.94)が表示されます。この画面には、ファイル名、実行しようとしている操作、および操作の現状が示されます。

図 3.94 パラメータファイルの転送画面

その後、操作の実行を確認するメッセージが表示されます。「F8」キーを押すと先に進みます。「F9」キーを押すと操作を中断します。転送が中断されたり、失敗したときは、「F4」キーを押して再起動します。異なるファイル名を選択または入力するには、「F7」キーを押します。

### 3.21.4 メモリカードからのダウンロード

「F2」キーを押すことによって、パラメータがメモリカードから読み込まれ、ドライブに書き込まれます。オペレータインターフェイスから、既存のパラメータファイル名を、選択、あるいは入力することのできる、「ディレクトリ」画面に入ります。「ファイル名の選択」および「ファイル名の入力」を参照してください。ファイル名が得られたら、「転送：パラメータ」画面が表示されます(この画面は、操作が「ファイルからドライブ」になっている点を除き、図3.94と同じです)。この画面には、ファイル名、実行しようとしている操作、および操作の現状が表示されます。

その後、操作の実行を確認するメッセージが表示されます。「F8」キーを押すと先に進みます。「F9」キーを押すと操作を中断します。転送が中断されたり、失敗したときは、「F4」キーを押して再起動します。異なるファイル名を選択または入力するには、「F7」キーを押します。

### 3.21.5 パラメータファイルの形式

パラメータファイルは、DOS ファイルフォーマットでフラッシュカード内に保存されます。このパラメータファイルは、PC で ASCII テキストエディタを使って作成し、PCMCIA カードドライブからメモリカードに書き込むことができます。

この情報は、オペレータインターフェイスの操作には必要ありません。ただし、パラメータファイルを PC で作成し、それをドライブにダウンロードしたい場合には、必要とされる知識です。ファイル名には、パラメータであることを認識させるために、*.PAR という拡張子を付ける必要があります。ファイルのフォーマットは、次のとおりです。

a) 1行目：
   - 改版番号に続いてセミコロン(;)。番号は重要ではありません。
   - 日付(01/01/1996 など)に続いてセミコロン。日付は重要ではありません。
   - 時刻(12:01:01 など)に続いてセミコロン。時刻は重要ではありません。

b) 残りの行：
   - 各行に 1 つのパラメータを含みます。各行は、整数のパラメータ番号に続いてセミコロン、さらにパラメータ値に続いてセミコロンという形式になっています。次に例を示します。

     1;0;
     2;0;
     5;2;

## 3.22 言語モジュールのローディング

ある言語をオペレータインターフェイスで使うためには、フラッシュカードから最初にオペレータインターフェイスに言語モジュールをロードしなければなりません。

「転送」画面で「F5」キーを押します。オペレータインターフェイスから「ディレクトリ」画面に入ります。この画面から、既存の言語モジュールのファイル名を、選択または入力することができます。画面を図 3.95に示します。「ファイル名の選択」および「ファイル名の入力」を参照してください(キーを押しても反応がない場合は、フラッシュメモリの変更に必要なアクセスが得られていません。「転送」画面を終了し、「アクセスレベルの入力と変更」を参照してアクセスを可能にしてください)。

ファイル名が得られたら、「転送：言語」画面が現れます(図 3.96)。この画面には、ファイル名、実行しようとしている操作、および操作の現状が表示されます。

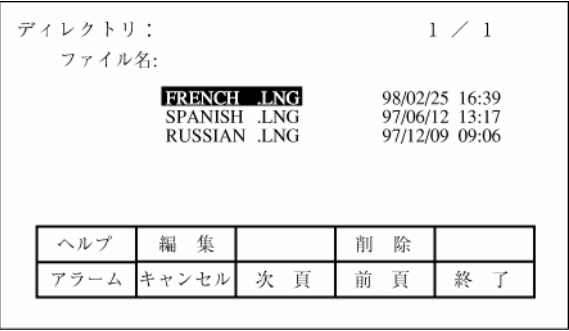



図 3.95 言語ディレクトリ画面

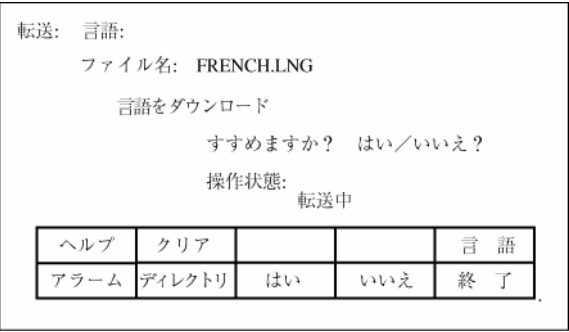



図 3.96 言語モジュール転送画面

その後、操作の実行についての確認を求めるメッセージが表示されます。「F8」キーを押すと先に進みます。「F9」キーを押すと操作を中断します。すでにダウンロード済みの言語モジュールを、再度ダウンロードしようとすると、転送は失敗します。

より新しい改版番号の言語をダウンロードするには、「転送：言語」画面上で「F2」キーを押して、オペレータインターフェイス内に保存されているすべての言語モジュールを、いったん消去しなければなりません(これはフラッシュメモリの特性によるものです)。図 3.97に示すような画面に、操作の確認メッセージが表示されます。「F8」キーを押すと先に進み、「F9」キーを押すと中断します。

図 3.97　言語のクリア画面

ダウンロードを中断したり、失敗したときは、「F5」キーを押して再試行できます。異なるファイル名を選択または入力するには、「F7」キーを押します。

## 3.23　システムのプログラミング

ドライブシステム全体のファームウェアは、カスタマインターフェイス基板の#2 シリアルポート経由でアップデートできます。「転送」画面で「F9」キーを押して、ドライブシステムを「ダウンロード」モードにします。

## 3.24　上級画面操作

数多くの上級機能が、オペレータインターフェイスに備わっています。これらの機能は、ドライブの操作には必要ありません。これらは熟練技術者が保守サービスで使用するためのツールであり、ここで説明するのは、マニュアルの包括性を考慮してのことです。

すべての操作には、2 つのキーを同時に押すことでアクセスします。

### 3.24.1　通信統計

図 3.98に示す画面は、オペレータインターフェイスとドライブ間のシリアル通信に関する統計情報と、受発信バッファの内容を表示しています。この画面は、(「プリンタ」画面を除く)すべての画面から、「F10」キーと「下向きカーソル」キーを同時に押すことによって呼び出すことができます。

図 3.98　通信統計とバッファ画面

「エラー」は、カウンタが前回リセットされた時点以降の、特定エラーの発生件数を示しています。

– Parity (パリティ) : 受信した文字のパリティエラーの数
– Framing (フレーミング) : 受信した文字のフレーミングエラーの数
– Overrun(オーバラン) : 受信後、次の文字の受け付けまでに読まれなかった文字の数
– Resends (再送) : ドライブが NACK (Not Acknowledged、認識せず)信号を送ってきたためにオペレータインターフェイスがデータを再送しなければならなかった回数
– Timeouts (タイムアウト) : オペレータインターフェイスがドライブから所定時間内にデータを受け取れなかった回数
– Chksum(チェックサム) : オペレータインターフェイスがドライブから受け取ったデータ中に検出したチェックサムエラーの回数
– Discard (廃棄) : 予期した文字ではなかったためにオペレータインターフェイスによって廃棄された文字数
– Control (制御) : ACK(Acknowledged、認識済)またはNACKの予測に一致しなかった制御コードの数。オペレータインターフェイスがACKを想定しているときに、それが違っているとタイムアウトエラーになります。
– Seqnce(シーケンス) : 最後に送信した要求に応えなかったドライブからの回答数

上記のカウンタをリセットするには「F8」キーを押します。

「バッファ」には、オペレータインターフェイス内の送信バッファ(TX)と受信バッファ(RX)の現在の内容(16 進数)を示しています。これらのバッファは、循環形に作られています。Psh (push)と Pop の値は、次の文字をそれぞれロード、アンロードするバッファ内の位置を示します。これらの値が等しければ、バッファは空になっています。バッファの位置を見やすくするために、カーソルキーを使って、バッファの内容を反転表示することができます。
カーソルの現在位置は、画面の右中央に白黒反転表示されます。

## 3.24.2 プロトコル分析器

プロトコル分析器には、「通信画面」で「F7」キーを押してアクセスします。画面にはデータのほか、オペレータインターフェイスとドライブ基板間で取り交わされたデータの関係が表示されます。このデータは、次の 2 つのフォーマットのどちらかで表示できます。

– 16 進数で表示したデータ(図 3.99)
– 次のものを混合して表示したデータ(図 3.100)
  a) 制御文字
  b) プリント可能な ASCII 文字
  c) 16 進数データ

図 3.99　進数表示のプロトコル分析器画面

図 3.100　混合フォーマット表示のプロトコル分析器画面

「F7」キーを押すと、データの表示フォーマットが切り替わります。データが混合フォーマットで表示されているとき、値は上記の優先度に従って表示されます(制御文字が最優先)。

受信の行は、オペレータインターフェイスが受信したデータを表示しています。送信の行は、オペレータインターフェイスが送信したデータを表示しています。

### 3.24.3　プリント画面

プリント画面操作によって、オペレータインターフェイスの表示画面をプリントアウトすることができます。これを行なうためには、9600 ボーで外部コンピュータと通信する、2 番目の RS232 ポートが必要です。また、コンピュータにはデータを受信して解釈するための特別なソフトウェアも必要です。

プリントアウト操作は、どの画面からでも「F10」キーと「右向きカーソル」キーを同時に押すと開始されます。画面がクリアされ、進行度合いを示すパーセント表示とともに、プリント中であることを示すメッセージが表示されます。プリントが終わると元の画面に戻ります。

## 3.24.4 メモリダンプ

メモリダンプを使って、直接アクセスできるすべてのメモリ(ポートを経由せずに直接アドレス指定できるメモリ)をモニタすることができます。この機能は、「F10」キーと「左向きカーソル」キーを同時に押すことによって、(「プリンタ」画面を除く)どの画面からでも呼び出すことができます。

```
メモリ:

セグメント: 0040

  0000 :  AA 55  00  10  00  00  02  0A  :  .U......
  0008 :  31  2E  30  30  00  31  2E  30  :  1.00.1.0
  0010 :  30  00  31  2E  30  30  00  45  :  0.1.00.E
  0018 :  6E  67  6C  69  73  68  00  31  :  nglish.1
  0020 :  2E  30  30  00  40  01  40  00  :  .00.@.@.
  0028 :  44  01  40  00  FF  FF  45  01  :  D.@...E.
  0030 :  40  00  00  00  00  00  D6  11  :  @.......
  0038 :  40  00  AC 00  02  12  40  00  :  @.....@.

 | アラーム | アドレス | 次 頁 | 前 頁 | 終 了 |
```

図 3.101　メモリダンプのデータセグメント

最初の画面(図 3.101)は、デフォルトでデータ区分(セグメント)を示します。各画面に対象セグメントが 16 進数で表示されます。左の列は、データ行の開始アドレス(16 進数)です。さらに、16 進数で表示された 8 バイトのデータに続き、(もし意味があれば)対応する 8 文字のASCII文字列を表示します。同じセグメントの表示されていないデータは、「F8」と「F9」キーを押すことによって表示されます。

セグメントまたは表示しているオフセットを変更するには、「F7」キーを押します。図 3.102と同様の画面が表示されます。「F7」キーを押すたびに、セグメントとオフセット値が交互に反転表示されます。反転表示されている値が、現在編集可能なフィールドです。

図 3.102　セグメントとオフセットの編集画面

セグメントとオフセットのアドレスは、数値キーパッドと矢印キーを使って編集できます。「0」から「9」の値は、直接数値キーパッドから入力できます。「A」～「F」の値は、「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って、可能な値から選択します。この方法で「0」～「9」の値も入力できます。桁の値を矢印キーで入力し終わったら、「右向きカーソル」キーを使って、その値を確定する必要があります。

「左向きカーソル」キーを使うと値の編集ができます。このキーは、「バックスペース」キーのように最後に入力した桁を取り除きます。値は「入力」キーまたは「F7」キーを押すと確定します。編集したセグメントとオフセットは、「削除」キーを押すと取り消されます。入力したセグメントとオフセット値の確定には、「入力」キーを使います。図 3.103に示すように、入力したアドレスのデータが表示されます。

```
メモリ:

セグメント:  A000

  0018 :  00 00 00 00 00 00 58 4B : ......XK
  0020 :  40 00 01 00 14 00 88 4B : @......K
  0028 :  40 00 E6 26 40 77 18 05 : @..&Mw..
  0030 :  40 00 01 00 00 00 56 14 : @.....V.
  0038 :  40 00 00 00 00 00 00 00 : @.......
  0040 :  00 00 60 00 5A 14 40 00 : ..`.Z.@.
  0048 :  0C 01 EB 82 2A 01 64 A0 : ....*.d.
  0050 :  62 00 56 14 40 00 00 00 : b.v.@...

| アラーム | アドレス | 次 頁 | 前 頁 | 終 了 |
```

図 3.103　新しいアドレスにおけるデータ

### 3.24.5 データベースのダウンロード

データベースのダウンロード操作を行なうと、オペレータインターフェイスに必要な情報を(必要に応じてではなく)一括して得ることができます。この操作は、どの画面からでも「F10」キーと「上向きカーソル」キーを同時に押すことによって開始されます。

ドライブのデータベース全体を入手するには、かなりの時間がかかります。オペレータインターフェイスがデータベースを入手している間、現在取り込み中のデータベース名と進捗度がパーセントで表示されます。オペレータインターフェイスがすべてのデータベースを取り込み終えたら、そのこと示すメッセージが表示され、キーが押されるのを待ちます。取り込みに失敗すると、データベースのダウンロード操作の呼出し元画面に直ちに戻ります。ダウンロードは、オペレータインターフェイス上のいずれかのキーを押すと、いつでも中断できます。データベースの取得済みの部分は有効になります。再度データベースのダウンロード操作を行なうと、前回のダウンロードが終了したところからダウンロードが続行されます。

この画面は、常にダウンロードを要求した、元の画面に戻ります。

## 3.25 オペレータインターフェイスのメニュー階層チャート

オペレータインターフェイスの各画面で、ドライブの各種操作を実行するメニューシステムを構成します。このメニューシステムの階層を、図 3.104と図 3.105に示します。

### 3.25.1 チャートの内容

このチャートでは、各画面と特定の操作の関係を示しています。また、特定の画面に行き着くまでのパスも示しています。このチャートは、オペレータインターフェイスの使い方を説明しているわけではありませんが、事前の参照資料として有用です。

### 3.25.2 チャートの見方

長方形の枠は画面を表し、画面名が中に書かれています。ある特定の画面から出ている下向きの矢印は、どの画面に移動できるかを示しており、またその画面に移動するためには、どのファンクションキーを使う必要があるかを示しています。画面上の終了「F10」キーを押すと、矢印とは逆方向の直前の画面に戻ります。

横向きの矢印は、選択中に「入力」キーを押して移動できる画面を示します。ここでも画面上で終了「F10」キーを押すと、矢印とは逆方向の直前の画面に戻ります。

いくつかの操作では共通の画面が使われます。これらは一度だけチャートに示します。それらが使われるところは、円内に記載したシンボルで表しています。たとえば、「アクセス」画面は「最上位メニュー」から「F10」キーを押して表示されます。この場所(○内に P と記入されている)で、「アクセス」と「パスワード変更」画面の操作が完全に示されています。「パラメータ変更」画面と「設定」画面で「F8」キーを押してもこの同じ操作が実行できます。これらの場所では、画面操作は、すでに定義された同じフローの記号によって示されています。

見やすくするために、「ヘルプ」操作を呼び出すソフトファンクションキーと、「アラーム」画面は示していません。すべての画面で、「F1」キーと「F6」キーがこれらの機能を持っているからです。

### 3.25.3 例題

このチャートの使い方の例として、チャート内では「メインメニュー」と書かれている「最上位メニュー」から始めて、パラメータ変更を行なうことにします。この例は、マニュアルのここまでの内容をすでに読んで理解していることを前提としています。この例題では、各画面で実行する実際の操作よりも、画面の流れと、それがどのようにチャートと関連しているかという点に的を絞って説明していきます。文中の記号はチャート内の同じ記号を指しており、横方向などへの移動の説明は、チャートに示されている流れを指しています。

「メインメニュー」を表示して、「F4」キーを押します。「グループ表示」画面が現れます。「パラメータグループ」にカーソルを持っていき、「入力」キーを押します。これは、「表示」画面への横移動です。「パラメータグループ」を選択したため、「F7」キーを押すことで選択操作(「○内の記号 D」)が行われ、「選択」画面が表示されます。こうして希望するパラメータを選択するために、カーソルキーを使うことができます。

「入力」キーを押すと、「○内の記号T」まで横方向に移動します。これで選択操作を終了します。この例では、「○内の記号T」から、選択したパラメータを編集できる新しいプロセスを定義する「○内の記号M」まで横方向に移動しています。「パラメータの変更」画面が表示されます。

パラメータを変更するには、適切なアクセス権が必要です。必要に応じて「F8」キーを押して、「○内の記号P」から「アクセス」画面を表示します。この画面でアクセス権を取得したら、「F10」を押して終了します。これにより、「パラメータの変更」画面に戻ります。この画面の操作が終わったら「F10」キーを押して終了し、(「○内の記号M」と「○内の記号T」を経由して)「選択」画面に戻ります。この画面上で再び「F10」キーを押すと、(「○内にD」を経由して)「表示」画面に戻ります。続いて「F10」キーを押すと「グループ表示」に戻り、最終的には「メインメニュー」または「メッセージ」画面に戻ります。

ドライブ内のデータを変更した場合は、「F10」キーを押して「メッセージ」画面に移行します。メッセージは、ドライブに対して行なった変更が一時的なものか、さもなければ NVRAM に保存するのかを確認します。一時的なものであれば、「F9」キー（「いいえ」）を押すと「メインメニュ」に戻ります。「F8」キー（「はい」）を押すと「NVRAM」画面が表示されて、そこでデータを保存できます。「NVRAM」画面を終了して「メインメニュー」に戻ります。「メッセージ」画面上で「F10」キーを押すと、「グループ表示」画面に戻ります。

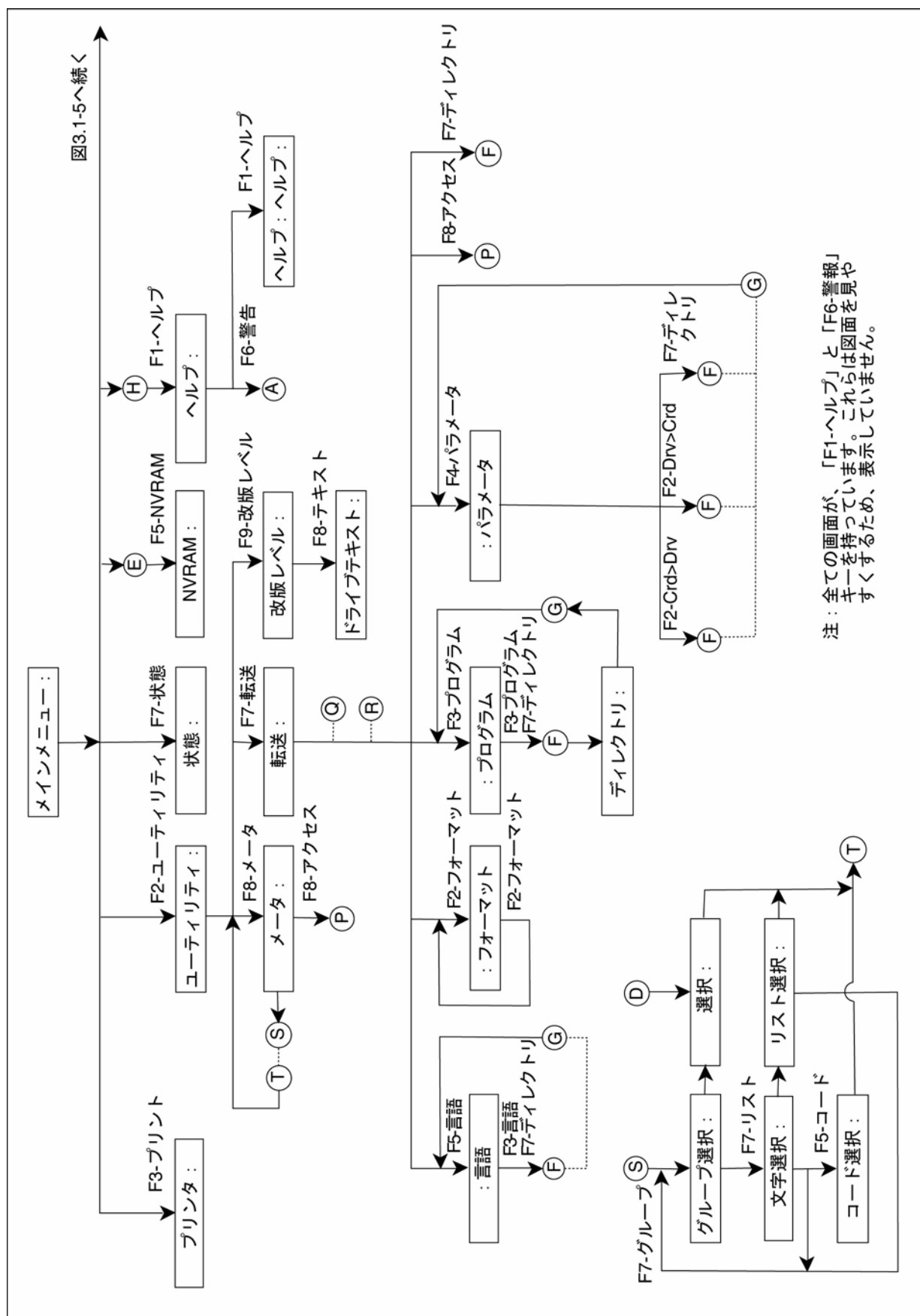



図 3.104　メニュー階層(1/2)

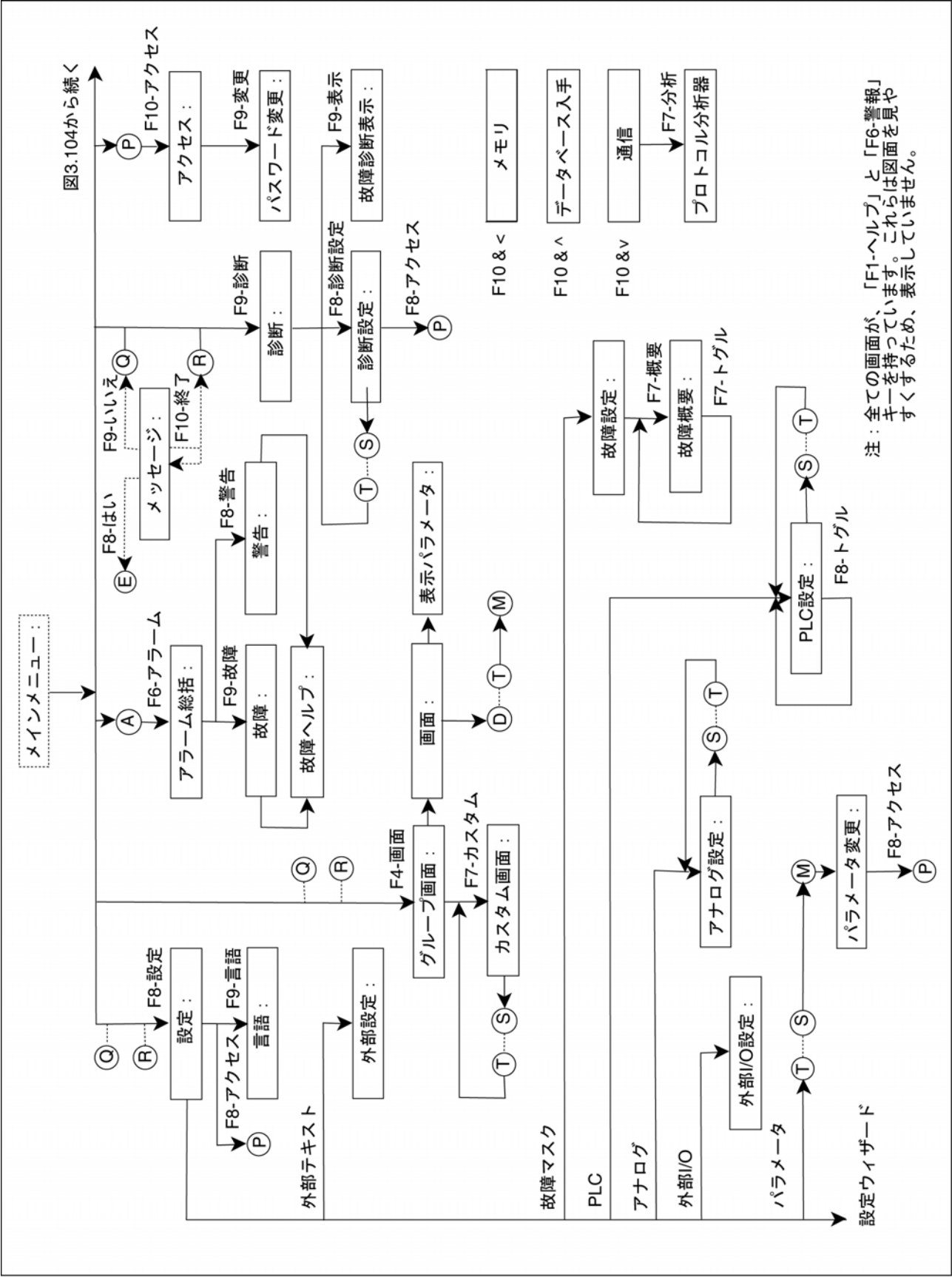



図 3.105　メニュー階層(2/2)

# 3.26　PCMCIA メモリカードの取り付け

## 3.26.1　説明

メモリカードは、「B」フレームの PowerFlex 7000 のオペレータインターフェイス裏面のカード挿入口に差し込みます。ここでは、オペレータインターフェイス内にカードを差し込む方法について説明します。

**警告**　メモリカードは、高温多湿を避け、直接太陽光線に晒されないところに保管してください。この注意を守らないと、メモリカードが損傷する恐れがあります。

**警告**　メモリカードは、折り曲げたり強いショックを与えたりしないでください。この注意を守らないと、メモリカードが損傷する恐れがあります。

## 3.26.2　メモリカードの取付け

1. オペレータインターフェイス裏面にあるカード挿入口を探してください。図 3.106を参照してください。

図 3.106　オペレータインターフェイスの裏面

2. キースロットがオペレータインターフェイスの右側面に向くようにカードを縦に持ちます。

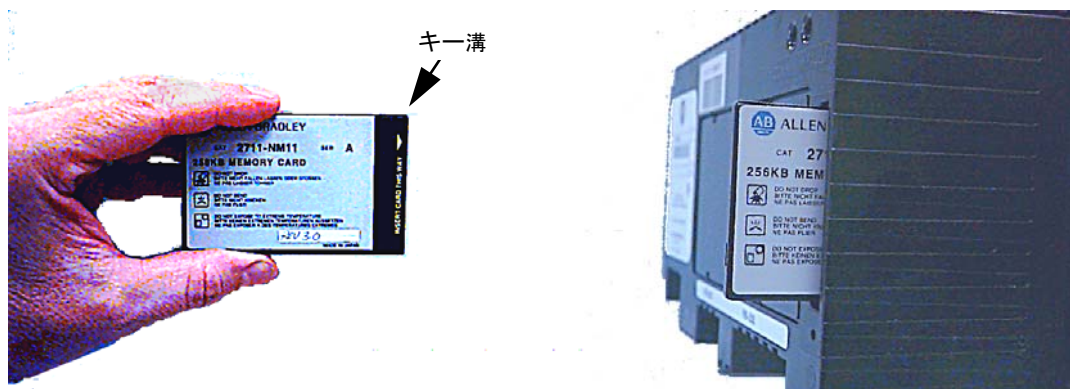



図 3.107　キースロットの向き

3. カードをカード挿入口に差し込み、カードがしっかりと嵌るまで押し込んでください。

**カードは、カード挿入口に無理に差し込まないでください。無理に差し込むと、キー溝内の接続用ピンが損傷する恐れがあります。**

# 試運転調整

## 4.1 試運転調整サービス

ドライブの試運転調整はお客様の現場で実施します。日程調整の都合上、少なくとも 4 週間前までに希望される試運転調整のスケジュールをご連絡くださいますよう、お願いいたします。

標準作業時間は祝祭日を除く毎週月曜日から金曜日までの 9 時から 17 時 30 分です。必要があれば時間ベースでの超過勤務と調整用部品の追加も可能です。

次のことを行ないます。

### 4.1.1 試運転調整サービス

1. ドライブ据付け前のレビューのためのお客様との事前会議
   – 試運転調整プランの説明
   – 試運転調整工程
   – ドライブの据付けに対する要望説明
2. ドライブの機械・電気機器の検査
3. すべてのドライブ内部接続の配線チェック
4. 接続/締付部における締付トルクのチェック
5. 機械的インターロックの確認と調整
6. すべての外部配線チェック
7. PLC5 のような外部機器からの制御配線の再チェック
8. 冷却ファンの動作と回転方向チェック
9. 絶縁変圧器からドライブに接続されている電源位相の相回転確認
10. ドライブと電動機間、絶縁変圧器、およびフィーダ間の配線チェック
11. 電源配線と電動機配線に対する絶縁抵抗試験と耐圧試験のレポート入手
12. 制御電源回路のチェック(始動/停止、故障、その他の外部入力など、すべてのシステム入力に問題がないことを確認)
13. ドライブへの高圧適用による動作チェック
14. 電動機を寸動で正逆転させ、ドライブのシステム特性を調整(逆転不可の負荷の場合は、寸動による回転方向テストを行なう前にカップリングを外しておく必要があります)。
15. ドライブの動作範囲内で電動機を運転して適切な特性に調整

**注意**：システムの試運転調整時には、お客様の担当者様にお立ち会い願います。

### 4.1.2 ドライブの試運転調整

本章で取り扱う情報は、**PowerFlex** 空冷型高圧 **AC** ドライブの試運転調整をアシストするものです。本章では、以下の項目について説明します。

- 推奨ツールと機器
- 安全性チェック
- ドライブのデータシート
- 電源投入前のチェック
- 制御電源チェック

ドライブを試運転調整する前に、本章で説明する内容を確認してください。本章は、ドライブの試運転調整を実施するときに参照してください。要求事項は、すべてデータシートに記録してください。データシートに記録した情報は、今後、ドライブの保守やトラブルシューティングの際に役立ちます。

試運転調整のチェックは、本章で説明している順序に従って実施してください。正しい順序で実施しないと、機器の損傷や人的傷害につながる恐れがあります。

電圧が印加された産業用制御機器の扱いには危険が伴います。感電や発火、制御機器の予期せぬ挙動が、人体に重大な傷害を与えたり、死亡事故につながる恐れがあります。遮断器がオフの場合でも、盤内には危険な電圧が残っている可能性があります。制御機器の電源を遮断した後、コンデンサに溜まった電気を確実に放電してください。電圧が印加された機器の近くで作業する必要がある場合は、NFPA (米国防火協会)規格 70E (従業員の作業場における電気的安全基準：Electrical Safety requirements for Employee Work places)の安全に関する作業実施要領を必ず遵守してください。

ここに述べた安全基準のみならず、本製品の作業は国内、地域のすべての適用法令と安全基準に則って実施してください。

制御回路基板で使われている CMOS 素子は静電気で破損することがあります。静電気に弱い機器の近くで作業する場合、作業者は必ず適切な接地を行なってください。

## 4.2 試運転調整を開始する前の責任

試運転調整中のトラブルを避けるためにも、ドライブ製品を事前に試運転調整できる状態にしておくことが重要です。本章には、7 項目からなる試運転調整前チェックリストを用意しています。このチェックリストを確認していただき、ドライブの試運転調整に入る前に、すべての項目のチェックを記載されている順序で完了させてください。チェックリストの全項目のチェックをドライブの試運転調整前に完了しておけば、調整作業を整然と効率良く実施することができます。

*以下の項目を記入してください。*

| ロックウェル・オートメーション | ご担当者名： | 日付： |
|---|---|---|
| **MV** ドライブ担当　宛て | 御社名： | |
| 電話 ： | 電話： | ページ数： |
| **FAX** ： | **FAX**： | |

# 「B」フレームPowerFlex 7000 試運転調整前チェックリスト

該当するチェック項目の左にある四角枠内にチェックマークを付け、全項目ともチェックした人のイニシャルと日付を記入してください。すべてのチェック項目の完了後、チェックリストをコピーして、希望される試運転調整日とともに FAX してください。チェックリストを受領したら、御社営業担当からご連絡いただいた担当者様に連絡を取り、最終的な日程調整をさせていただきます。

ドライブのシリアル番号：

試運転調整技術者派遣希望(はい/いいえ)：

希望される試運転調整開始日：

## 1. 製品の受領と開梱

| イニシャル | 日付 | |
|---|---|---|
| | | ☐ ドライブを受領したときに輸送による損傷の有無を確認した。 |
| | | ☐ 開梱した後、受領した製品項目を添付の送り状(船荷証券)とつき合わせて確認した。 |
| | | ☐ 何らかの破損や損傷があったため、それが明白かどうかに関わらず、製品の受領後できる限り早く乙仲業者あるいは運送業者に苦情を申し立てた。 |
| | | ☐ すべての梱包材料、くさび、補強材をドライブから取り外した。 |

## 2. 製品の据付けと移動

| イニシャル | 日付 | |
|---|---|---|
| | | ☐ ドライブが直立状態でしっかりと水平面上に固定されている。地震が多い地域では、特殊な耐震施工が必要です。詳細は、工場にお問い合わせください。 |
| | | ☐ 吊上げ用アングルが取り除かれている。 |
| | | ☐ 冷却ファン用の換気フードがきちんと取り付けられ、所定位置に固定されている(冷却空気の洩れがない)。 |
| | | ☐ すべての接触器とリレーを手動で動かし、スムーズに動くことを確認した。 |

# 「B」フレームPowerFlex 7000 試運転調整前チェックリスト

## 3. 安全性

| イニシャル | 日付 | |
|---|---|---|
| | | ☐ すべての機械的インターロックとドアのラムインターロックが正しく機能するかどうかをテストし、破壊も損傷もないことを確認した。 |
| | | ☐ すべて Kirk のキーインターロックが取り付けられており、適切に機能することを確認した。 |
| | | ☐ ドライブの接地は、CEC (カナダ電気規格)、NEC (米国電気規格)、または IEC の規格に準拠して施工されている。 |
| | | ☐ ドライブに絶縁変圧器が適用されている場合、変圧器のケースと本体のいずれかまたは両方が、少なくとも 2 箇所以上でドライブシステムの接地回路に接続されている。 |
| | | ☐ ドライブに絶縁変圧器が適用されている場合、2 次側スター接続の中性点を接地していない。 |
| | | ☐ 分割出荷されたドライブの場合、分割された盤間で接地母線が接続されている。 |

## 4. 制御配線

| イニシャル | 日付 | |
|---|---|---|
| | | ☐ ドライブ盤に入ってくるすべての低圧配線に、適切な展開接続図に示されている配線番号のラベルが付けられており、機器間外部配線がすべて完了している。 |
| | | ☐ PG 付きの場合、PG 配線が電動機始動器から絶縁されている。PG 配線は電磁障害を抑制するために鋼製電線管の中を通し、電線管は端子箱のところで接地しており、絶縁ブッシングで PG とは絶縁している。 |
| | | ☐ PG ケーブルのシールドはドライブ側のみ接地母線に接続している。 |
| | | ☐ AC と DC の回路は、別々の電線管を通っている。 |
| | | ☐ 使用しているすべての配線のサイズが、CEC、NEC、IEC のいずれかの規格、ならびに適用されるすべての安全基準に準拠している。 |
| | | ☐ 外部 I/O インターフェイスが適切に設定され、正常に機能している。 |
| | | ☐ すべての 3 相制御配線は所定の絶縁階級のものを選定し、正しい相回転になっている。 |
| | | ☐ すべての単相制御配線は所定の絶縁階級のものを選定し、中性点を接地している。 |

# 「B」フレームPowerFlex 7000 試運転調整前チェックリスト

## 5. 主回路配線

| イニシャル | 日付 |
| --- | --- |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

☐ ドライブ、電動機、および絶縁変圧器への動力ケーブルの接続が、CEC、NEC、IEC、または国内や地域の規格に準拠して施工されている。

☐ ケーブルの端末処理としてストレスコーンを使用している場合、適用される規格に準拠して処理されている。

☐ ケーブルの絶縁階級が、ロックウェル・オートメーションの規定する仕様に合致している(ケーブルの絶縁要件はユーザマニュアルの 2-31 ページの表を参照してください)。

☐ シールドケーブルのシールドが、すべてドライブ側だけで接地されている(もう一端は絶縁し、浮かせてある)。

☐ シールドケーブルを繋ぎ合わせる場合、シールドは繋げたままとし、アースから絶縁されている。

☐ 使用しているすべての配線のサイズが、CEC、NEC、IEC のいずれかの規格、ならびに適用されるすべての安全基準に準拠している。

☐ すべての動力配線が、ロックウェル・オートメーション指定の締付けトルクで締め付けられている(付録 B「鍛造ネジの締付けトルク」を参照してください)。

☐ 外部配線はすべて、ドライブシステムへの接続前に絶縁抵抗試験と耐圧試験を行った。

☐ ロックウェル・オートメーションの提出した展開接続図に基づき、電源配線の相回転を確認した。

## 6. ドライブの状態

| イニシャル | 日付 |
| --- | --- |
| | |
| | |
| | |

☐ 試運転を開始するために必要な高圧および低圧電源が繋ぎ込まれている。

☐ 電動機に負荷を接続していない。

☐ 全負荷試験に十分な負荷を与えることができる。

# 「B」フレームPowerFlex 7000 試運転調整前チェックリスト

*メモ：*

# 4.3 試運転調整の準備

ここでは、「B」フレーム PowerFlex 7000 ドライブ製品の試運転調整を正しく実施するために必要なすべてのツールと資料を示します。試運転調整に入る前までに、ドライブの試運転調整に必要な機器を準備できない場合に備えて、その入手方法についても説明します。ドライブの試運転調整に入る前に、以下に挙げるすべての項目を入手しておくことをお勧めします。ドライブの試運転調整に入る前に、必ずこのセクションを読み、記載されている機器の使い方の説明を理解しておいてください。更なるサポートや情報が必要であれば、弊社営業所にご照会ください。

## 4.3.1 推奨ツールと機器

**工具**

- メートルおよびインチサイズのレンチ、ソケットおよび 8 角キー
- トルクレンチ
- スクリュードライバー一式
- 電気工具(ワイヤストリッパ、電気用テープ、クリンパ等)一式

**電気機器**

- 高耐圧手袋 －絶縁階級 10 kV 以上
- 認定された高耐圧テスタ – 10 kV 定格以上
- 静電気防止用リストバンド

**テスト用測定器**

- 2 チャンネル以上のメモリ付き 100 MHz オシロスコープ
- 600V (1000V 定格)クリップリード付きディジタルマルチメータ(テスタ)
- 5000V メガー

**コンピュータ要件とソフトウェア**

- ラップトップコンピュータ(インテル 486 以上搭載のマイクロソフト Windows コンピュータ)
- マイクロソフトハイパーターミナル(MS Windows に標準装備)
- ロックウェル・オートメーション・ソフトウェア(RS)ドライブツール (オプション)
- RS Logix ❷
- 必要なコンピュータケーブル
  - 9 ピンのヌルモデムケーブル ❸
  - 9 ピンのシリアルケーブル ❸
  - リモート I/O 用ケーブル(Scanport DeviceNet 等) ❶
  - PLC 通信ケーブル ❷

❶ ライブでリモートI/Oを使う場合のみ必要です。
❷ ドライブでPLCを使う場合のみ必要です。
❸ ユーザマニュアル 7000-UM151_-EN-Pの第 5 章「コンポーネントの定義と保守」を参照してください。

## 4.4 技術資料

ドライブの出荷時に、ドライブの試運転調整とトラブルシューティングに必要なすべての技術資料をまとめたサービスバインダを同梱します。ここでは、必要な技術資料の判断方法と、試運転調整時にサービスバインダが手元にないときや詳細な情報が必要なときに技術資料を入手する方法について説明します。

## 4.5 「B」フレーム PowerFlex 7000 取扱説明書

「B」フレーム PowerFlex 7000 の取扱説明書は試運転調整時に調整方法のガイドとして必要になります。取扱説明書またはその改訂版は、最寄りの弊社営業所にご照会ください。

## 4.6 PowerFlex 7000 パラメータ

試運転調整では、パラメータとトラブルシューティングに関する **PowerFlex 7000 技術データ**資料も必要になります。最新のファームウェアの改版情報は、別刷資料番号 **7000-TD002_-EN-P** を参照してください。

## 4.7 その他のマニュアル

ドライブの設定に必要なその他のマニュアルは、展開接続図に記載されています。展開接続図の「一般的な注記」欄に、必要とされるロックウェル・オートメーションのすべての技術資料を資料番号順に列記しています。

## 4.8 ドライブの試運転調整に必要な項目

ドライブの試運転調整を開始する前に、必ず次の項目をご用意ください。

- 自己充電型ゲートドライバ基板用テスト電源ケーブルのワイヤハーネス (SCR コンバータドライブにのみ付属、80018-298-51)
- ロックウェル・オートメーション提供の外形図と展開接続図
- PLC プログラム(PLC 付きドライブの場合)
- 試運転調整データシート
- 必要な全マニュアル

試運転調整を開始する前に用意できない項目がある場合は、弊社にご照会ください。

# 「B」フレームPowerFlex 7000 試運転調整チェックリスト

試運転調整チェックリストは、ドライブの試運転調整をアシストするクイックリファレンスとして、この取扱説明書に組み入れられています。このチェックリストは、詳しい解説書として使用されることを意図したものではなく、可能なあらゆる構成のドライブの試運転調整に必要なすべての手順を含んでいるわけでもありません。試運転調整法の詳しい説明は、「B」フレーム PowerFlex 7000 の取扱説明書を参照するか、最寄りの弊社営業所にご照会ください。

本チェックリストは、ドライブの試運転調整時に適宜使用できるように、コピーしてお使いください。

**ドライブ用途の確認**

- ☐ ドライブシステムに関するロックウェル・オートメーションの提出技術資料を見る
- ☐ システムの単線接続図を見て、すべての電源を確認する
- ☐ 単線接続図を確認する。電源ケーブルを逆にたどって、単線接続図に示す接続先の機器のタグ ID 番号が、お客様側の単線接続図の番号と一致していることを確認する
- ☐ プロセスの危険の有無を検査する。プロセスによって負荷が回転していないことを確認する(惰性で回転している電動機は電圧を発生します)

**安全性テスト**

- ☐ OSHA (米国の労働安全衛生局)のガイドラインに則り、すべての電源を切断して、切断中の札をかける
- ☐ 適切で安全な計測機器を使用して盤内の残留電圧をテストする
- ☐ 制御用降圧変圧器または計器用変圧器の保護ヒューズを取り外し、ドライブ盤外の安全な場所に置く(制御電源「切」のときに行なう)
- ☐ ヒューズと過負荷値をチェックし、展開接続図に記載の仕様値と比較する

**ドライブ盤の据付け状態チェック**

- ☐ ドライブが輸送中に損傷を受けていないかどうかをチェックする
- ☐ 盤内に残留品や破片がないか検査する
- ☐ ドライブの試運転試験のために取り外した保護カバーが、元どおり取り付けられていることを確認する
- ☐ ドライブとすべての関連機器に、システム接地用の接地母線ケーブルが接続されていることを確認する
- ☐ 電力ケーブルの定格が適正で、必要に応じてストレスコーンで端末処理されていること
- ☐ 電力ケーブルの耐圧試験と絶縁抵抗試験がなされていること
- ☐ 電力ケーブルが「付録 B」の表に示される適切な締付けトルクで締め付けられていること
- ☐ 制御リアクトルの配線がロックウェル・オートメーションの展開接続図に示すとおり正しく行われていること
- ☐ 制御配線が AC、DC、および光ファイバ用に、それぞれ分離して施工されていることを確認する
- ☐ 図面に示されていない追加の制御が見つかった場合は、図面を改版するために変更点を図面に書き込み、弊社に返却する
- ☐ 高圧盤内のすべての低圧ケーブルが、主回路機器から十分な安全距離(4160V 級の場合 3 インチ(76.2 mm))を保って配線されていることを確認する
- ☐ すべてのコネクタ、ケーブル、およびコンポーネントに緩みがないことを確認する
- ☐ PG の配線を確認する(PG 付きの場合)
- ☐ ファンフードが正しく組み立てられ、取り付けられていることを確認する

# 「B」フレーム PowerFlex 7000 試運転調整チェックリスト

**記録したデータの試運転調整データシートへの転記**

- ☐ お客様名、場所、日付、およびドライブ ID 番号を記録
- ☐ ドライブ銘板データを記録する
- ☐ 電動機の銘板データを記録し、電動機外形図のデータと比較する
- ☐ PG 付きの場合は、PG の銘板データを記録する
- ☐ 高調波フィルタ付きの場合は、フィルタの銘板データを記録する
- ☐ 制御電源、補助冷却装置情報、設置場所の環境条件、およびドライブのパスワードを記録する
- ☐ 制御基板(PCB：Printed Circuit Board)のディップスイッチの設定、ジャンパ設定、および改訂レベルをすべて記録する

**制御電源「切」状態でのテスト**

- ☐ 機械的インターロックを確認
- ☐ すべての機器とスナバ回路の抵抗値チェック
- ☐ 冷却ファン回路から分岐する 3 相制御電源が仕様どおりであることを確認(大部分のドライブには、このオプションはありません)
- ☐ その他のすべての低圧電源が、中性点接地となっていることを確認

**制御電源「入」状態でのテスト**

**電源のテスト**

- ☐ 制御電源を投入し、AC 電圧レベルが仕様の範囲内であることを確認
- ☐ DC/DC コンバータの入力で AC/DC 出力が 56VDC であること、およびゲートドライバ電源(IGDPS)の入力を確認し、必要に応じて調整
- ☐ SGCT 基板に組み込まれているゲート駆動用電源(IGPDS)の出力が 20V であることを確認
- ☐ DC/DC コンバータのすべての DC 出力が定格値であることを確認
- ☐ (SCR ゲーティングテストには接続ケーブルと PS を使用して)制御基板と点弧回路基板上の正常表示灯がすべて点灯していることを確認

**コンバータのテスト**

- ☐ すべての SCR と SGCT 素子でゲーティングパルスの点弧順が正しいことを確認

# 「B」フレーム PowerFlex 7000 試運転調整チェックリスト

### オペレータインターフェイスのプログラミング

- ☐ 暫定的なパラメータ設定を確認
- ☐ 信号調整器を校正
- ☐ アナログ出力の校正
- ☐ 故障マスク/外部故障
- ☐ アナログ I/O
- ☐ PLC 入出力

### システムテスト

- ☐ 低圧制御電源/テスト電源を使ってシステムテストを実行
- ☐ 必要とする保護機能を検証
- ☐ すべての非常停止機器の機能を検証
- ☐ アナログ I/O の校正
- ☐ ファンが正常に機能していることを確認

## 高圧テスト

### 電源投入前のテスト

- ☐ 盤内に残留品(工具、ハードウェア、切子等)がないことを確認
- ☐ 制御回路ヒューズを再挿入(制御電源「切」のときに行なう)

### 電源を投入してのテスト

- ☐ 入力電源用接触器の断路時間を計測(入力接触器がドライブ製品に含まれない場合、2 サイクル前に警報が必要)
- ☐ 電源電圧が定格値であることを確認
- ☐ SCBL 基板で電圧と電流をチェックして高周波を検証(PWM のみ)
- ☐ 相回転チェック(18 相ドライブのみ)
- ☐ 軽負荷運転時のドライブプログラムの設定を確認
- ☐ IDC (直流電流)テストを実行
- ☐ オートチューニング
- ☐ ドライブの全負荷時運転をプログラム
- ☐ 定格速度・定格負荷でドライブを運転してデータを記録
- ☐ 電源側と電動機側で電圧と電流の波形をキャプチャ

## 調整完了後の机上作業 (ペーパワーク)

- ☐ すべてのパラメータ、ファームウェアの改版番号、PLC リンク等を記した「ドライブ設定」を印刷する
- ☐ 試運転調整データシートを完成させる
- ☐ 展開接続図の変更箇所にマーキングする
- ☐ 変更した PLC プログラムに改版コメントを追加する
- ☐ 調整完了後、その場で調整完了書にお客様のサインをいただく
- ☐ お客様のためにパラメータ設定、変更内容を手書きした展開接続図、調整用のパッケージ、PLC プログラムおよびサービスレポートをまとめる
- ☐ 試運転調整の結果に応じて変更した PLC プログラム、改版した図面、調整用のパッケージ、およびサービスレポートを、ロックウェル・オートメーションの「高圧製品サポートグループ(Medium Voltage Support Group)」に送る

# 4.9 ドライブ用途の確認

試運転調整をトラブルなしで行なうには、作業に携わるすべての人がドライブとその用途について通暁していることが肝要です。装置のサービスは、装置がどのように機能設計され、どのように適用されているかを理解していない状況では行なわないでください。本マニュアルに記載していない事項について質問や疑問がありましたら、最寄りの弊社営業所にご照会ください。

## 4.9.1 ロックウェル・オートメーションのドライブ盤図面

ドライブ製品へのサービス作業を行なう場合は、装置に添付される外形図と展開接続図を確認し、理解してから行なってください。これらの図面には、装置の試運転調整と据付けに必要な、次に示すように詳細な情報と指示事項が記されています。

**外形図**

- 動力ケーブル用端子の位置
- 接地母線の位置
- 分割出荷するときの分割位置
- 制御電源と高圧電源の定格
- ドライブのオプション
- リモート I/O プロトコル
- PLC のオプション
- 電動機と負荷の仕様
- ドライブの電力素子選択と定格
- 熱交換器の定格と接続

**展開接続図**

- 接触器の(電気的な)場所
- ドライブの方式
- 一般的な注記
- ケーブルの絶縁階級
- 記号表
- コンポーネントの指定

| 装置の名称 | 色の指定 | 配線番号の指定 | SGCT の名称 |
|---|---|---|---|
| リボンケーブルの指定 | リレー名称と接触器接点の番号 | リレーの場所 | 図面上の座標表示 |

- お客様準備の動力および制御電源の(電気的な)位置
- 制御電源と高圧電源の定格
- ヒューズの定格と(電気的な)位置

外形図と展開接続図がない場合は、工場からコピーを送らせていただきます。システムの据付けや用途のために図面の変更が必要になった場合は、変更箇所を弊社にファックスまたは電子メールでお送りください。工場で図面を改版いたします。

### 4.9.2 電気システム単線接続図

ロックウェル・オートメーションの外形図と展開接続図を十分ご理解いただいたら、電気システムの単線接続図のコピーを入手してください。この図面を見て、すべての関連機器のタグ認識名(Tag Identification Name)と番号を確認します。さらにシステムの電源と、そこからドライブに給電される高圧の並列パスを確認します。単線接続図のコピーを一部、試運転調整のために確保してください。さらに、可能であればコピー一部をロックウェル・オートメーションの Medium Voltage Division にお送りください。コピーは工場で保管され、将来のお客様への支援が必要になったときに使わせていただきます。

### 4.9.3 現場における単線接続図の確認

すべての技術資料を見終わったら、現場でドライブを検査する必要があります。単線接続図とロックウェル・オートメーションの図面を参照しながら、ドライブ盤のすべての関連機器をタグ認識名、あるいは番号によって確認します。接続図を見ながら動力ケーブルを点と点で 1 つずつたどります。実際の据付け状態が展開接続図と異なっている場合、ドライブの試運転調整を開始する前に、それらの差異をすべてレビューしてください。

### 4.9.4 プロセスの視察

ドライブ盤の試運転調整を開始する前に、ドライブが適用される機械装置/プロセスを視察することが必要です。このステップは単に、お客様の用途に合わせてドライブがどのように設計されているかを確認し理解するだけではなく、潜在的な危険がないかどうかを確認するという意味で重要です。プロセスのレビューを通じて、試運転調整中に作業者が危険な状態に置かれたり、用途に使用する機器がいかなる損傷も受けることがないように、どのような試運転方法を取るべきかを決定する必要があります。

**注意**

**プロセスによって負荷が回転しないように注意してください。慣性で回転している電動機は逆起電力を発生し、それが調整中の装置に印加されることがあります。試運転調整中に電動機の逆起電圧がドライブにかからないよう、万全の対策を取ってください。**

# 4.10　安全性テスト

ここでは、ドライブの試運転調整に携わるすべての人が、安全な環境で作業できることを保証するために、完全に行なっておくべき内容を示します。ここに記載する事項は、ドライブの試運転調整を進める前に、すべて完了させる必要があります。このドライブの試運転調整は、国内および地域の安全基準に準拠して実施してください。

電圧が印加された産業用制御機器の扱いには危険が伴います。感電や発火、制御機器の予期せぬ挙動が、人体に重大な傷害を与えたり、死亡事故につながる恐れがあります。遮断器がオフの場合でも、盤内には危険な電圧が残っている可能性があります。制御機器の電源を遮断した後、コンデンサに溜まった電気を確実に放電してください。電圧のかかった機器の近くで作業する必要がある場合は、NFPA (米国防火協会)規格 70E (従業員の作業場における電気的安全基準：Electrical Safety requirements for Employee Work places)の安全に関する作業実施要領を必ず遵守してください。

作業を開始する前に、システムが電源から切り離されており、ドライブが無電圧状態にあることを確認するテストが行われたことを確認してください。

## 4.10.1　施錠の解除

作業環境の安全を保証するため、ドライブ盤のドアを開ける前に、適切な施錠解除手順が必要です。さらに、ドライブ盤内に電圧が残留していないことを、試運転調整に先立ってテストし、確認する必要もあります。ドライブが入力電源から切り離されていても、(コンデンサにチャージされた電荷による)残留電圧が盤内に残っている可能性があるからです。

回路中のコンデンサは危険です。何かに触る前に、ドライブを高圧電源から切り離したことを確認してから、コンデンサの電荷が放電するまで 5 分以上待ってください。試運転調整に入る前に、回路の残留電圧がないことを高圧検電器を使ってテストし確認します。この作業を怠ると、重篤な傷害や死亡事故を招く恐れがあります。

電動機が負荷により回転していないことを確認してください。回転している電動機は逆起電力を発生し、ドライブ内の電動機フィルタコンデンサに高電圧を印加し、重大な人身(傷害あるいは死亡)事故を引き起こす恐れがあります。

危険状態から装置を絶縁する具体的な手続きについては、国内の安全基準を参照してください。

これらの安全対策が完了した後、施錠を解除すると、高圧ドライブ盤のドアを開けることができます。

### 4.10.2 降圧変圧器のヒューズ

ドライブ内では高圧から低圧に降圧するために変圧器が使われています。ドライブがすべての電源(高圧および制御用電源)から切り離されるときに、降圧変圧器の保護ヒューズもヒューズホルダから取り外し、ドライブ盤外の安全なところに置いてください。制御電源用のヒューズを取り外すことによって、別の低圧制御電源からの電圧が昇圧されて高圧回路に印加され、安全対策のインターロックが機能しなくなることを回避します。

### 4.10.3 ヒューズと過負荷保護

展開接続図を見ながら、ドライブ盤内のすべてのヒューズと過負荷リレーを個別にチェックし、それらの仕様がロックウェル・オートメーションの図面に示されているとおりであることを確認します。ヒューズと過負荷リレーの設定は、盤内のヒューズや過負荷リレーのすぐ近くに貼り付けてあるステッカーでも確認できます。設定値がステッカーに記載された定格と合致していることを確認してください。

試運転調整中にヒューズが溶断した場合は、ドライブに付属の交換ヒューズに交換してください。

## 4.11 据付け状態の確認

ドライブの試運転調整を開始する前に、装置の据付け状況を再チェックすることをお勧めします。試運転調整の開始前に据付けのミスが見つかれば、試運転調整中に見つかった場合に比べ、ドライブの試運転調整に要する時間を格段に短縮できます。

### 4.11.1 輸送中の損傷の検査

装置の据付け状態の確認を続ける前に、ロックウェル・オートメーションから供給したすべての機器のドアを開けて中に取り付けられているコンポーネントに損傷がないかどうか 1 つずつ検査します。損傷が見つかったら、できるだけ早急に、Medium Voltage Business に申し出てください。それにより、交換品をいち早くお届けすることが可能になります。

### 4.11.2 盤内の残留品や破片の検査

安全性チェックが完了し、ドライブを電源から正しく絶縁したら、据付け作業でドライブ盤内に異物が残されていないかどうかを検査します。工具、ハードウェア、配線屑などがドライブ内に残っていないことを確認します。ドライブ内の一部の電気部品は、据付け作業時に使ったドリルやカッターで生成された切子と反応して磁界を作ることがあるため注意が必要です。ドライブの据付け時にドリルやカッターを使った場合は、切子が盤内に入ることがないように注意し、そのとき出た切子を盤内から完全に取り除く必要があります。

### 4.11.3 保護カバー

閉鎖された空間内では、据付け担当の電気技術者が盤内での作業空間を確保するため、保護カバーを取り外すことが少なくありません。据付け中に取り外された保護カバーは、必ず元どおり取り付けられていることを確認してください。これを怠ると、機器の損傷や人体への傷害を引き起こすことがあります。

### 4.11.4 機器の接地

ドライブとすべての関連機器が、システムの接地母線にケーブルで接続されており、ケーブルの両端が終端されていることを確認してください。動力ケーブルシールドは、両端を終端させる必要があります。すべての接地用ハードウェアは、締付けトルクでしっかりと締め付けます(付録 B「鍛造ネジの締付けトルク」を参照してください)。ドライブシステムを構成するすべての機器(ドライブ、電源用接触器、電動機、変圧器、および AC リアクトル)は、据え付けられている接地グリッドに接地しなければなりません。

絶縁変圧器付きのドライブでは、システム接地を上流の配電用変圧器から取ることができるように、絶縁変圧器の 2 次側を浮かせておくことが重要です。これを怠ると、ドライブの運転状態が不安定になることがあります。

### 4.11.5 分割キットに関する情報

ドライブ製品はいくつかに分割されて出荷されることがあります。そのような製品にはバス連結キットが付属しています。このキットが連結位置に取り付けられ、適正なトルクで締め付けられていることを確認してください。

### 4.11.6 動力ケーブル

ドライブシステムに必要なすべての動力および制御配線は、展開接続図上で破線によって示されています(詳細は、展開接続図の「一般的な注記」を参照してください)。

**動力ケーブルの配線工事は、国内の法令と基準に則って施工してください。ここに示す情報は参考用であり、国内の法令や基準にて規定されている施工方法に代わるものではありません。**

動力ケーブルを接続端子部から他端まで逆にたどり、その間にケーブルと配線に機械的損傷や急角度の曲がり、あるいは熱源やノイズ源が無いかどうかをチェックします。動力ケーブルは、接地故障にも十分に耐えられる強度を備えている必要があります。

すべてのケーブルが各端部で端末処理されており、締付けトルクでしっかりと締め付けられていることを確認します(付録 B「鍛造ネジの締付けトルク」を参照してください)。

配線済みの各ケーブルが、外形図と展開接続図、および本マニュアルの据付けに関するセクションに記載されている推奨電力定格を満たしていることを確認してください。さらに、ケーブルが必要に応じてストレスコーンで端末処理されていることを確認します。

お客様が施工されたケーブルが、すべて耐圧試験と絶縁抵抗試験を終えており、それぞれの読取り値が十分に高い値であることを確認します。

### 4.11.7 制御配線

お客様が必要とされるすべての制御配線を、展開接続図の詳細情報で特定し、ドライブ内の端子台で位置を確認します。端子台のところで、ケーブルの絶縁皮膜が端子に一緒に締め付けられていないことを確認します。すべての接続部が適正な導通を持っていることを確認します。.

工場出荷時に取り付けられ、注意書マークが付いているジャンパは、外部機器を接続する時点で、取り外しておかなければなりません。

制御ケーブルの配線ルートをチェックし、DC 用制御配線と AC 用制御配線が分離して施工されていることを確認します。これらを結束して配線棚や電線管内を通すと、ドライブの制御で望ましくないノイズが誘起される恐れがあります。ドライブの上部前面にあるケーブルラック内で、AC 制御、DC 制御、および光ファイバケーブルが互いに付属のディバイダで分離されていることを確認してください。

展開接続図に載っていない追加の制御の有無をチェックします。そのような制御がある場合、制御の目的を特定し、展開接続図に変更のマークを付け、変更図面を弊社に送ってください。図面を改版するためにそれを工場に送ります。

制御ケーブルに付けられたタグ番号札がしっかりと結束されていること、および各プラグとコネクタがソケット内で確実に嵌め合わされていることを確認します。

低圧制御部盤へ配線される制御ケーブルと、高圧がかかっている機器との間には、十分な絶縁距離を取るようにしてください。低圧制御部のドアを閉めたとき、低圧ケーブルが高圧配線室の方に振れないことを確認します。

# 4.12 サービスデータ

ここに示す内容は、すべてのシステム銘板データとすべての設定点の変数値を、試運転調整中に取得できるようにするため、このマニュアルに追加されました。

## 4.12.1 情報を必要とする理由

「B」フレーム PowerFlex 7000 高圧 AC ドライブの試運転調整では、試運転が模擬環境で実施されることがあります。通常は実際の負荷環境では実施されず、負荷のない環境、あるいは少なくとも全負荷ではない環境で実施さます。したがって、適用状況は模擬的であり、この時点でドライブに設定するパラメータの基準を固めてしまうのは適切ではありません。試運転調整が終わったら、ドライブは最大出力で運転され、実負荷状態になります。その結果、速度制御などのパラメータの値が変動し始めると、ドライブは処理要件を満たすように設計された性能を発揮できなくなります。

次ページ以降のデータシートに必要なすべての情報を詳細かつ正確に記入し、完成したら速やかに工場にご提出ください。この情報は、製造が開始されてからドライブ盤に変更を加えるときに必要になります。

通常、ドライブのプログラムへの変更は、ドライブの試運転調整から 2 カ月以内に実施されます。これにより、速度制御、回転方向、始動停止機能のすべてが十分な精度で行われることが保証されます。

工場ではデータシートをシステムの変更のほか、システムが稼動中であることを示す指標としても使用します。工場では、試運転調整データシートの日付がシステムの稼動開始日と見なされ、この日が製品の品質保証期間の開始日となります。

システムが設計したとおりに動作しないという不測の事態が起きた場合は、用途とドライブ方式が同様のドライブと比較し、性能を調整することができます。製品情報通告やリコールが必要になった場合、データシートはお客様がその更新の対象になるかどうかを判断するために使われます。

これらのデータシートは今後の参考にするために工場で保管されます。

### 4.12.2 お客様に関するデータ

| 会社名 | | |
|---|---|---|
| 所在地 | | |
| 市 | 都道府県 | 郵便番号 |
| ご担当者名 | | |
| 電話 | FAX | E メール |
| 用途 | | SERIAL NO. (シリアル番号) |
| ドライブタグ番号 | | |
| 試運転調整担当者 | | 試運転調整日 |

## 4.12.3 ドライブ銘板データ

| **CATALOG NO. (外形寸法図番号)** | **SCHEMATIC DIAGRAM (展開接続図番号)** |
|---|---|
| | |

**Control Cell (制御セル)**

| MAX VOLTS (最大電圧) | Hz (周波数) |
|---|---|
| | |

**Power Cell (パワーセル)**

| UNIT SERIES (直列ユニット数) | Hz (周波数) | BIL (kV) (逆耐圧(kV)) | CURENT (Amps) (電流値(A)) | RECTIFIER TYPE (整流器のタイプ) |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

| MAX VOLTS (最大電圧) | MVA | NEMA TYPE (NEMA タイプ) | SERVICE FACTOR (サービスファクタ) |
|---|---|---|---|
| | | | |

**Motor Filter Capacitors (電動機フィルタコンデンサ)**

| MANUFACTURER (メーカ名) | MODEL NO. (型番) | CONFIGURATION (方式): WYE (スター) ❑ |
|---|---|---|
| VOLTS (電圧) | Hz (周波数) | KVAR |

**Line Filter Capacitors (PWM Rectifier Only) 電源側フィルタコンデンサ(PWM コンバータのみ)**

| MANUFACTURER (メーカ名) | MODEL NO. (型番) | CONFIGURATION (方式): WYE (スター) ❑ |
|---|---|---|
| VOLTS (電圧) | Hz (周波数) | KVAR |

**DC Link (リアクトル)**

| MANUFACTURER (メーカ名) | SERIAL NO. (シリアル番号) | MODEL (型式) |
|---|---|---|
| | | |

| CURRENT (Amps) (電流値(A)) | INDUCTANCE (インダクタンス) | INSULATION CLASS (絶縁クラス) | TEMP RISE (温度上昇) |
|---|---|---|---|
| | | | |

**AC リアクトル**

| CONFIGURATION (方式): LINE REACTOR (AC リアクトル) ❑ ISOLATION TRANSFORMER (絶縁変圧器) ❑ | MANUFACTURER (メーカ名) | MODEL NO. (型番) | SERIAL NO. (シリアル番号) |
|---|---|---|---|
| VOLTAGE:(電圧：) PRIMARY: (一次側：) SECONDARY: (二次側：) | KVA / CURRENT (KVA/電流値) | TEMP.RISE (温度上昇) | IMPEDANCE (インピーダンス) |

## 4.12.4 電動機銘板データ

<table>
<tr><th colspan="3">Motor (電動機)</th></tr>
<tr><td colspan="3"><u>MOTOR TYPE: (電動機のタイプ：)</u><br>INDUCTION (誘導電動機) ❑ SYNCHRONOUS (同期電動機) ❑</td></tr>
<tr><td>MANUFACTURER (メーカ名)</td><td>MODEL NO. (型番)</td><td>SERIAL NO. (シリアル番号)</td></tr>
<tr><td>HP/kW</td><td>VOLTS (電圧)</td><td>CURRENT (電流値)</td></tr>
<tr><td>KVA</td><td>POWER FACTOR (力率)</td><td>CYCLES (周波数)</td></tr>
<tr><td>RPM (回転数)</td><td>SERVICE FACTOR (サービスファクタ)</td><td>EFFICIENCY (効率)</td></tr>
<tr><td>CODE (コード)</td><td>TYPE (タイプ)</td><td>FRAME (枠番)</td></tr>
<tr><td colspan="2"><u>EXCITATION (Synchronous Only) (励磁(同期電動機のみ))</u><br>VOLTS: (電圧：) CURRENT: (電流値：)</td><td>EXCITER TYPE (励磁機のタイプ)</td></tr>
<tr><td>NEMA TYPE (NEMA タイプ)</td><td colspan="2">RTD TYPE: (測温抵抗体のタイプ：)<br>BEARING (ベアリング) STATOR (固定子)</td></tr>
</table>

## 4.12.5 PG/エンコーダ銘板データ

<table>
<tr><th colspan="3">Speed Feedback (速度フィードバック)</th></tr>
<tr><td>TACHOMETER (PG) ❑</td><td>POSITION ENCODER ❑<br>(位置エンコーダ)</td><td>STATOR FEEDBACK ❑<br>(NONE) (センサレス)</td></tr>
<tr><td>MANUFACTURER (メーカ名)</td><td>MODEL NO. (型番)</td><td>SERIAL NO. (シリアル番号)</td></tr>
<tr><td>PPR (パルス数/回転)</td><td colspan="2">GEAR RATIO (ギヤ比)</td></tr>
</table>

## 4.12.6 その他の情報

| **Auxiliary Cooling Blower Motor (if any) (補助冷却ブロワ用電動機(ある場合))** | | |
|---|---|---|
| HP/KW:<br>(HP/kW：) | VOLTS:<br>(電圧：) | PHASE:<br>(相数：) |
| FLC:<br>(全負荷電流：) | RPM:<br>(回転数：) | S.F.:<br>(サービスファクタ：) |
| MANUFACTURER:<br>(メーカ名：) | MODEL:<br>(型式：) | FRAME SIZE:<br>(枠番：) |

| **Drives Source of Control Power (ドライブの制御電源)** | | |
|---|---|---|
| UPS: (無停電電源：) | LIGHTING PANEL NUMBER:<br>(照光パネル番号：) | OTHERS: (その他：)<br>(SPECIFY) (特記) |

| **Environmental conditions (環境条件)** | | |
|---|---|---|
| AIR CONDITIONED<br>(空調あり) ❑ | FAN FORCED AIR<br>(ファンで強制換気) ❑ | OTHERS: (その他：)<br>(SPECIFY) (特記) |

| **Other Pertinent Information (その他の関連情報)** |
|---|
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |

| ドライブ回路基板/モジュール | | | |
|---|---|---|---|
| **記号** | **部品番号** | **ハードウェア改版番号** | **ソフトウェア改版番号** |
| **ACB** | 80190-560- | | |
| **DPM** | 80190-580- | | |
| **OIB L (A、B、C)** | 80190-099- | | --- |
| **OIBB □** | 80190-600- | | |
| **OIB M (A、B、C)** | 80190-099- | | --- |
| **XIO ❷** | 80190-299- | | --- |
| **VSB L 1** | 81000-199- | | --- |
| **VSB L 2** | 81000-199- | | --- |
| **VSB M 1** | 81000-199- | | --- |
| **オペレータインターフェイス** | 2711-KSASL11 | | **PV ファームウェア❶** / **PV ソフトウェア❶** |
| **TFB L** | 80190-639- | | --- |
| **TFB M** | 80190-639- | | --- |
| **SCR SPGDB ❷** | 80190-219- | | --- |
| **IDGPS L (1-3)** | 80026-044- | | --- |
| **IGDPS M (1-3)** | 80026-044- | | --- |
| **PS1 (A-D) ❸ [AC/DC コンバータ]** | 80026-520- | | --- |
| | 80026-524- | | --- |
| | 80026-529- | | --- |
| **PS2 [DC/DC コンバータ]** | 80026-518- | | --- |
| **PS4 [24V DC 電源]** | 80026-096- | | --- |
| **CPT** | 80022-069- | | --- |
| **UPS** | 80026-345- | | --- |
| **プリンタ** | | | --- |

❶ **PV** ファームウェアのバージョンは、装置背面のラベルで確認できます。**PV** ソフトウェアのバージョンは、メインディスプレイ画面に表示されます。
❷ ドライブには、この回路基板を複数搭載可能です。
❸ ドライブには、このユニットを複数搭載可能です。
**80026-520-01** すべてのノーマル定格で使用
**80026-529-01** すべてのノーマル定格(冗長電源付き)で使用
**80026-529-01** すべてのヘビー定格で使用(3300/4160V 105A 以下)
**80026-524-01** すべてのヘビー定格で使用(3300/4160V 105A 以上、または 6600V)

<table>
<tr><th colspan="5">スペアドライブ制御基板/モジュール</th></tr>
<tr><th>記号</th><th>部品番号</th><th>ハードウェア<br>改版番号</th><th colspan="2">ソフトウェア改版番号</th></tr>
<tr><td>ACB</td><td>80190-560-</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>DPM</td><td>80190-580-</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>OIB L/OIB M</td><td>80190-099-</td><td></td><td colspan="2">---</td></tr>
<tr><td>XIO ❷</td><td>80190-299-</td><td></td><td colspan="2">---</td></tr>
<tr><td>VSB L/VSB M</td><td>81000-199-</td><td></td><td colspan="2">---</td></tr>
<tr><td>オペレータ<br>インターフェイス</td><td>2711-KSASL11-</td><td></td><td>PV ファーム<br>ウェア❶</td><td>PV ソフト<br>ウェア❶</td></tr>
<tr><td>TFB L/TFB M</td><td>80190-639-</td><td></td><td colspan="2">---</td></tr>
<tr><td>SCR SPGDB ❷</td><td>80190-219-</td><td></td><td colspan="2">---</td></tr>
<tr><td>IGDPS L/IGDPS M</td><td>80026-044-</td><td></td><td colspan="2">---</td></tr>
<tr><td>SGCT</td><td></td><td>--</td><td colspan="2">---</td></tr>
<tr><td>SCR</td><td></td><td>--</td><td colspan="2">---</td></tr>
<tr><td rowspan="3">PS1 ❸<br>[AC/DC コンバータ]</td><td>80026-520-</td><td></td><td colspan="2">---</td></tr>
<tr><td>80026-524-</td><td></td><td colspan="2">---</td></tr>
<tr><td>80026-529-</td><td></td><td colspan="2">---</td></tr>
<tr><td>PS2<br>[DC/DC コンバータ]</td><td>80026-518-</td><td></td><td colspan="2">---</td></tr>
<tr><td>PS4<br>[24V DC 電源]</td><td>80026-096-</td><td></td><td colspan="2">---</td></tr>
</table>

❶ **PV** ファームウェアのバージョンは、装置背面のラベルで確認できます。**PV** ソフトウェアのバージョンは、メインディスプレイ画面に表示されます。
❷ ドライブには、この回路基板を複数搭載可能です。
❸ ドライブには、このユニットを複数搭載可能です。
**80026-520-01** すべてのノーマル定格で使用
**80026-529-01** すべてのノーマル定格(冗長電源付き)で使用
**80026-529-01** すべてのヘビー定格で使用(3300/4160V 105A 以下)
**80026-524-01** すべてのヘビー定格で使用(3300/4160V 105A 以上、または 6600V)

## 4.13　制御電源「切」テスト

以下に挙げる各チェックは、ドライブに制御電源を投入する前に実施する必要があります。これらのチェックは、挙げられている順番どおりに行なうことを推奨します。

### 4.13.1　インターロック

絶縁変圧器の入力接触器盤を購入された場合は、入力接触器盤の絶縁スイッチ(断路器)が「開」状態でロックされていない限り、ドライブ盤の高圧部にアクセスできないようにするキーインターロックが利用できます。

入力用機器が他社製の場合、ロックウェル・オートメーションはドライブの高圧部にキーインターロックを取り付け、上流側装置への他社による取付け用に、対応するインターロックを提供します。このインターロックは、ロックを解除したときにドライブに電力が供給されず、ドライブが電気的に絶縁されるように取り付ける必要があります。

キーインターロックはすべての高圧ドライブ盤を工場出荷する時に勘合の調整をしていますが、輸送中、あるいは移動中に位置がずれてしまったり、水平でない床面に設置されてると歪みのために勘合がうまくいかなくなることがあります。以下に、試運転調整者がデッド・ボルト・キー・インターロックを、その相方に正確かつ速やかに勘合調整するための方法を説明します。

注意

電圧が印加された産業用制御機器の扱いには危険が伴います。感電や発火、制御機器の予期せぬ挙動が、人体に重大な傷害を与えたり、死亡事故につながる恐れがあります。遮断器がオフの場合でも、盤内には危険な電圧が残っている可能性があります。制御機器の電源を遮断した後、コンデンサに溜まった電気を確実に放電してください。電圧のかかった機器の近くで作業する必要がある場合は、NFPA (米国防火協会)規格 70E (従業員の作業場における電気的安全基準：Electrical Safety requirements for Employee Work places)の安全に関する作業実施要領を必ず遵守してください。

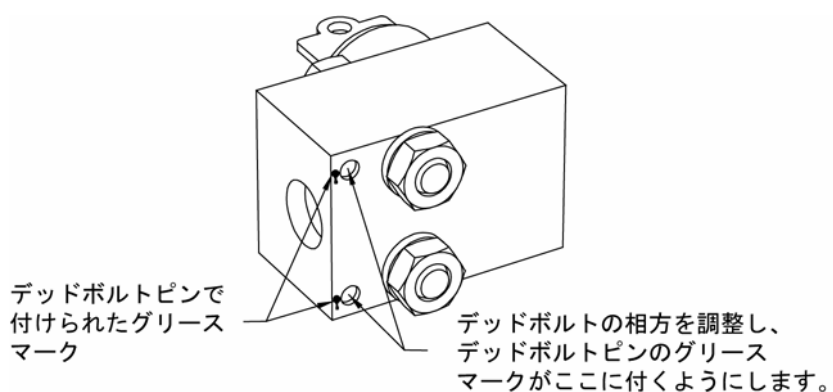



図 4.1　ドア取付けのデッドボルトの相方

1. ドライブを電源から切り離し、絶縁します。残留電圧がないことを高圧検電器で確認してください。
2. 閉められたドライブの高圧部のドアをしっかりとボルトで固定し、キーをロックから外すことにより、キーインターロックが正しく勘合していることを確認します。キーは引っ掛りなく回せなければなりません。
キーを回すときに力を入れなければならない場合は、デッドボルトの勘合調整が必要です。
3. 盤のドアを開け、キーアセンブリを検査します。デッド・ボルト・ピンの相方上に色付きのペーストを塗ります。黄色のトルクシーラントを勧めますが、なければ別のグリースでも代用できます。その場合、グリースの種類は問いません(図 4.1参照)。

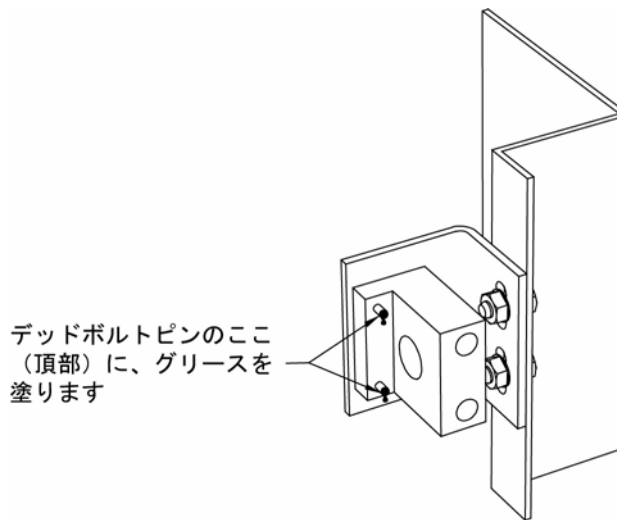



図 4.2　盤に取り付けたデッド・ボルト・アセンブリ

4. 盤のドアを閉じて止めボルトを締め、デッド・ボルト・アセンブリとその相方を接触させます。これにより、相方に塗ったペーストまたはグリースの面上に、デッド・ボルト・アセンブリ上のピンが接触した 2 つの跡がつけられます(図 4.1を参照)。
5. 相方の調整用ボルトを徐々に緩めて、デッド・ボルト・アセンブリの着床板とピンの勘合が適切となるように相方の位置を調整します。相方の移動量は推定で行なうため、正しく勘合するようにするためには数回の調整が必要になることがあります。
6. 勘合調整が終わったら、トルクシーラント/グリースをキーインターロックから拭き取ります。

勘合調整が終わったら、盤のドアを閉じてボルト締めしたときにキーが軽く回るようになります。ドアを固くボルト締めした状態でキーが軽く回らないようであれば、相方の位置を調整する必要があります。そのためには、相方が取り付けられている吸着板上にスペーサを挿入します。

## 4.14　素子の抵抗値チェック

ドライブに制御電源を投入する前に、パワー素子とスナバ回路の抵抗値を計測する必要があります。そうすることにより、コンバータとインバータ部が輸送中に損傷を受けていないことを確認できます。以下に、次の各機器をテストするための方法を詳しく説明します。

- インバータまたは AFE コンバータブリッジ
  - アノードーカソード間抵抗値テスト(並列抵抗と SGCT)
  - スナバ抵抗値テスト(スナバ抵抗)
  - スナバキャパシタンス値テスト(スナバコンデンサ)

- SCR コンバータブリッジ
  - アノードーカソード間抵抗値テスト(並列抵抗と SCR)
  - ゲートーカソード間抵抗値テスト(SCR)
  - スナバ抵抗値テスト(スナバ抵抗)
  - スナバキャパシタンス値テスト(スナバコンデンサ)

**作業を開始する前に、システムが電源から切り離されており、ドライブ盤が無電圧状態にあることを確認するテストが行われたことを確認してください。**

### 4.14.1 SGCT のテスト

ここでは SGCT 素子とそれに関連するすべてのスナバコンポーネントの確認法を説明します。これらの標準的な抵抗値とキャパシタンス値をまとめた表と、簡単な接続図を以下に示します。

表 4.A　SGCT スナバ回路の抵抗値とキャパシタンス値

| SGCT 定格 | 並列抵抗 ❶ | スナバ抵抗 | スナバコンデンサ |
|---|---|---|---|
| 1500 A | 80 kΩ | 6 Ω (AFE コンバータ) | 0.2 μF |
| 1500 A | 80 kΩ | 7.5Ω (インバータ) | 0.2 μF |
| 800 A | 80 kΩ | 10Ω | 0.1 μF |
| 400 A | 80 kΩ | 15 Ω (PWM コンバータ) | 0.1 μF |
| 400 A | 80 kΩ | 17.5Ω (インバータ) | 0.1 μF |

❶　2300V ドライブの機器上に並列抵抗はありません。

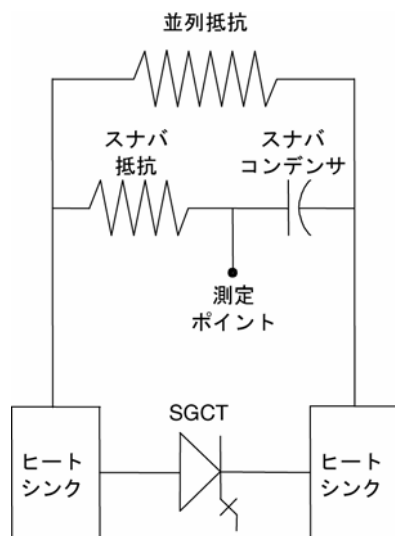



図 4.3 SGCT スナバ回路接続図

| SGCT 抵抗値計測 | 抵抗計測値 | |
|---|---|---|
| | インバータ | コンバータ(PWM のみ) |
| SGCT アノード－カソード間抵抗値<br>(ヒートシンク間) | ________ –________kΩ<br>(最低値) (最高値) | ________ –________kΩ<br>(最低値) (最高値) |
| スナバ抵抗値<br>(測定ポイント～上部ヒートシンク間) | ________ – ________Ω<br>(最低値) (最高値) | ________ – ________Ω<br>(最低値) (最高値) |
| スナバコンデンサ値<br>(測定ポイント～右側ヒートシンク間) | ________ –________µF<br>(最低値) (最高値) | ________ –________µF<br>(最低値) (最高値) |

素子またはスナバ回路のコンポーネントに損傷が発見されたときの詳細な交換手順については、第 5 章「コンポーネントの定義と保守」を参照してください。

## 4.14.2 SGCT のアノードーカソード間抵抗

アノードーカソード間抵抗値テストでは、SGCT だけでなく、並列抵抗の値も合わせて測定することになります。異常値が測定された場合は、素子が短絡しているか、並列抵抗に損傷があります。

抵抗測定器(テスタ)を使ってインバータブリッジ内の各 SGCT のアノードーカソード間抵抗値を測定し、各ブリッジ内で同様の値を示すものを探します。下図に示すようにアノードからカソードの間はヒートシンク間で測定できます。

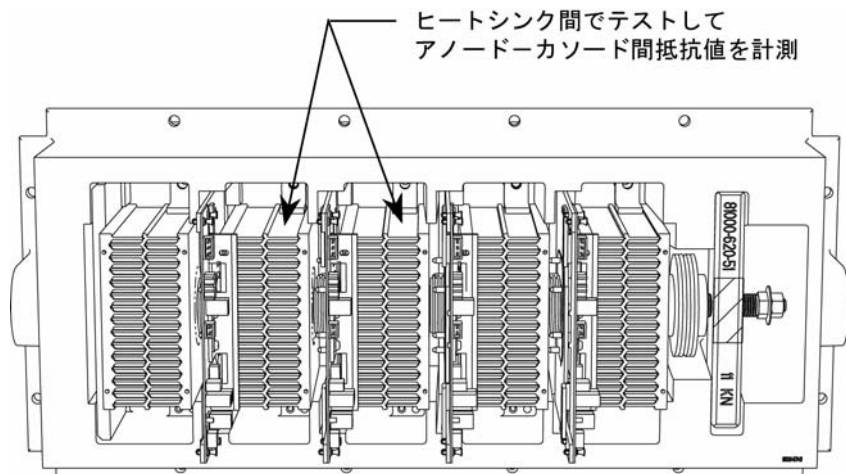



図 4.4　アノードーカソード間抵抗値の測定位置

SGCT は点弧されていないときには開路状態になっています。正常な素子の抵抗値は並列抵抗の値に近い値ですが、点弧基板内の並列抵抗のために、計測値はやや低い値になります。

**例**：並列抵抗の抵抗値が 80kΩの場合でも、800A 素子のアノードーカソード間抵抗値は 57kΩになることがあります。

SGCT の 1 つが故障しているときは、通常よりも抵抗値が下がることで検出できます。たとえば、ブリッジ内のある素子の抵抗値の読取り値が 15kΩであるのに対し、残りの素子の読取り値は約 60kΩというような場合です。これは、素子が部分的に短絡していることを意味します。完全に短絡しているときは読取り値がほぼ 0Ω になるため、簡単に確認できます。SGCT が許容公差を外れた値を示している場合の SGCT アセンブリの交換法の詳細は、第 5 章「コンポーネントの定義と保守」を参照してください。

並列抵抗の損傷は、SGCT 素子を交換しても抵抗値が異常なままの状態であるため容易に検出できます。抵抗値が許容範囲を外れている場合のスナバ/並列抵抗の詳細な交換法は、第 5 章「コンポーネントの定義と保守」を参照してください。

### 4.14.3 スナバ抵抗(SGCT 素子用)

スナバ抵抗の抵抗値を、抵抗器の両端でテストする必要はありません。パワーケージ内のヒートシンクの下部に、スナバ抵抗の測定ポイントが用意されています。1 素子あたり 1 つの測定ポイントがあります。抵抗値を確認するには、測定ポイントとヒートシンク間で計測します。

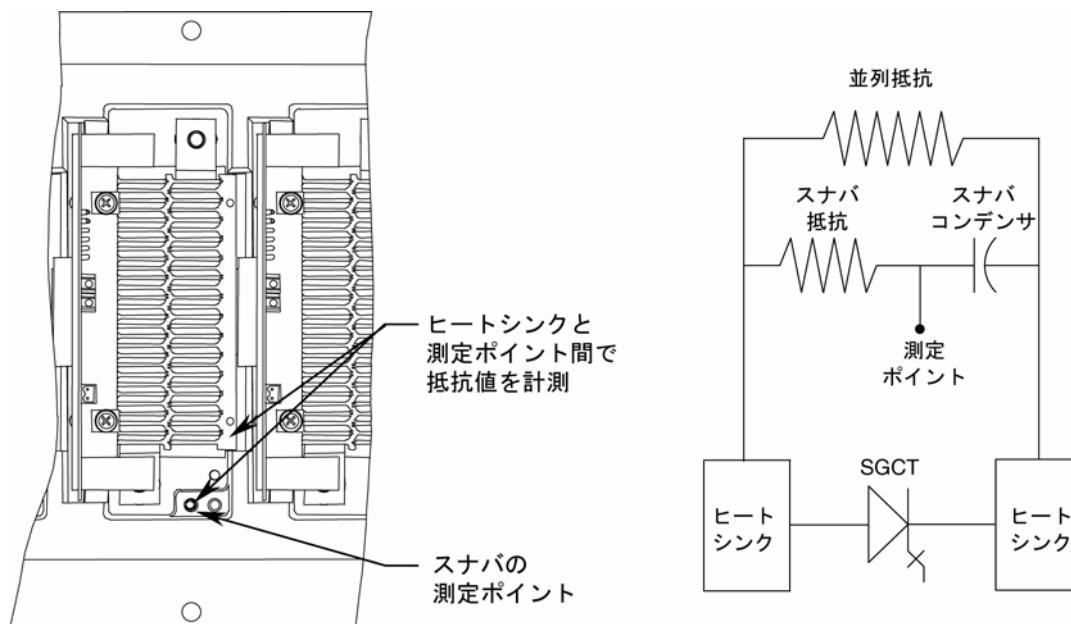



図 4.5　スナバ抵抗測定

ドライブに使用されているSGCTの電流定格に適したスナバ抵抗の抵抗値については、表 4.Aを参照してください。

抵抗値が許容範囲を外れている場合のスナバ抵抗アセンブリの詳細な交換法は、第 5 章「コンポーネントの定義と保守」を参照してください。

### 4.14.4 スナバコンデンサ(SGCT 素子用)

マルチメータ(テスタ)を抵抗値測定モードからキャパシタンス測定モードに切り替えます。測定ポイントと右側のヒートシンク間で、スナバコンデンサのキャパシタンス値を計測し、問題がないことを確認します。

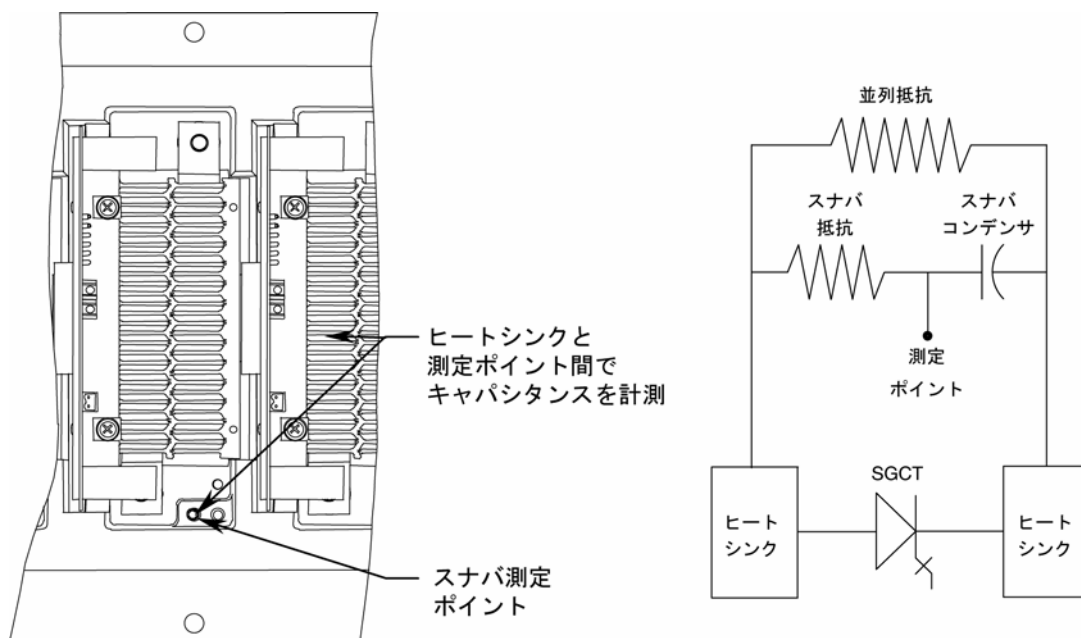



図 4.6　スナバコンデンサのテスト

ドライブに使用されているSGCTの電流定格に適したスナバコンデンサのキャパスタンス値については、表 4.Aを参照してください。

キャパシタンスの計測値は、回路内のスナバコンデンサや、ゲートドライバ回路を含むその他のコンデンサの影響を受けます。すべての回路でキャパシタンスを計測し、間違いのない値を探します。

許容範囲を超えたキャパシタンスが計測されたときは、第 5 章「コンポーネントの定義と保守」を参照してスナバコンデンサを交換してください。

### 4.14.5 SCR のテスト

ここでは SCR 素子とそれに関連するすべてのスナバコンポーネントの確認法を説明します。これらの標準的な抵抗値とキャパシタンス値をまとめた表と、簡単な接続図を以下に示します。

表 4.B　SCR スナバ回路の抵抗値とキャパシタンス値

| ドライブ定格 | 並列抵抗 | スナバ抵抗 | スナバコンデンサ |
|---|---|---|---|
| 2400V (6P)、6600V | 80 kΩ | 45 Ω | 0.5 µF |
| 3300V / 4160V | 80 kΩ | 60 Ω | 0.5 µF |
| 2400V (18P) | 80 kΩ | 60 Ω | 0.68 µF |

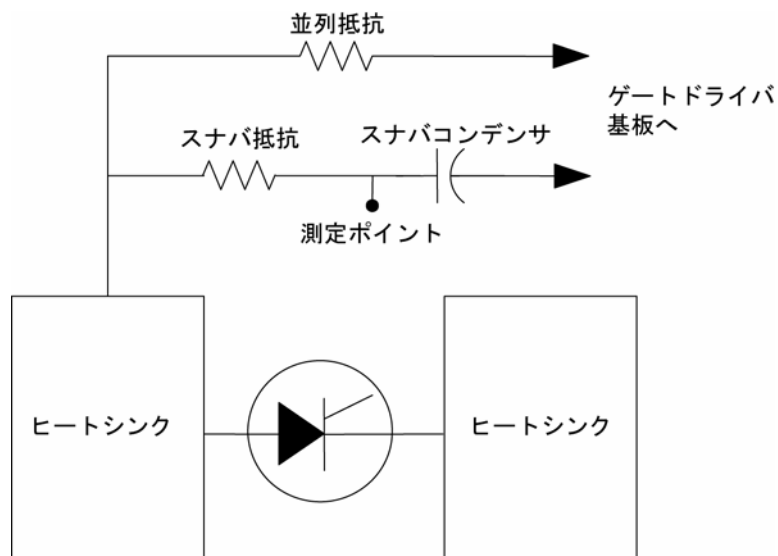



図 4.7　SCR スナバ回路接続図

素子またはスナバ回路のコンポーネントに損傷が発見されたときの詳細な交換手順については、第 5 章「コンポーネントの定義と保守」を参照してください。

| SCR 抵抗計測 | 抵抗計測値 |
|---|---|
| SCR アノード－カソード間抵抗値<br>(ヒートシンク間) | ________ －________kΩ<br>(最低値)　(最高値) |
| SCR ゲート－カソード間抵抗<br>(SCR のフェニックスコネクタ端子間) | ________ －________Ω<br>(最低値)　(最高値) |
| スナバ抵抗値<br>(測定ポイント～左ヒートシンク間) | ________ －________Ω<br>(最低値)　(最高値) |
| スナバコンデンサ<br>(測定ポイント～<br>右フェニックスコネクタの白線間) | ________ －________µF<br>(最低値)　(最高値) |
| 並列抵抗<br>(フェニックスコネクタの赤線～<br>左ヒートシンク間) | ________ －________kΩ<br>(最低値)　(最高値) |

### 4.14.6 SCR のアノードーカソード間抵抗

アノードーカソード間抵抗値のテストでは、SCR の抵抗値を測定します。SGCT の場合とは異なり、SCR はスナバ回路を自己充電型ゲートドライバ基板への転流用に使います。各 SCR 間の抵抗値測定結果は一定でなければなりません。異常値が出たら並列抵抗、自己充電型ゲートドライバ基板、または SCR の故障が考えられます。

抵抗測定器(テスタ)を使って SCR コンバータブリッジ内の各 SCR のアノードーカソード間抵抗値を測定し、各ブリッジ内で同様の値を示すものを探します。下図に示すようにアノードからカソードの間はヒートシンク間で測定できます。

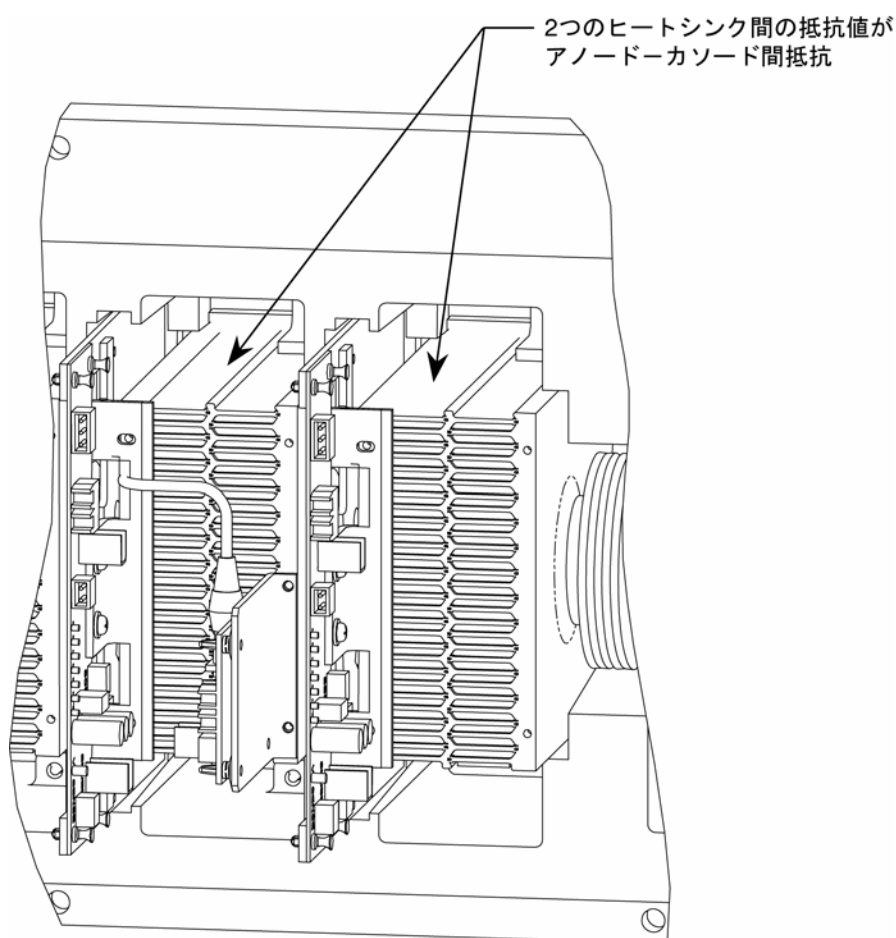



図 4.8　アノードーカソード間テスト

正常な SCR と回路の抵抗値は 22～24kΩ です。

SCR のアノードーカソード間が故障すると、短絡したときは抵抗値が 0Ω、開路したときは∞となるのが一般的です。SGCT の場合とは異なり、SCR で素子が部分的に短絡することはまずありません。SCR が許容公差を超えている場合の詳細な交換手順については、第 5 章「コンポーネントの定義と保守」を参照してください。

### 4.14.7 SCR 並列抵抗テスト

SCR モジュールの並列抵抗をテストするには、回路基板上で「SHARING and SNUBBER」というラベルが付いた自己充電型ゲートドライバ基板の 2 極のプラグを取り外します。プラグの「赤」の配線が並列抵抗です。プラグの「赤」線と左のヒートシンク間の抵抗値を計測します。並列抵抗の正常値は 80kΩ です。

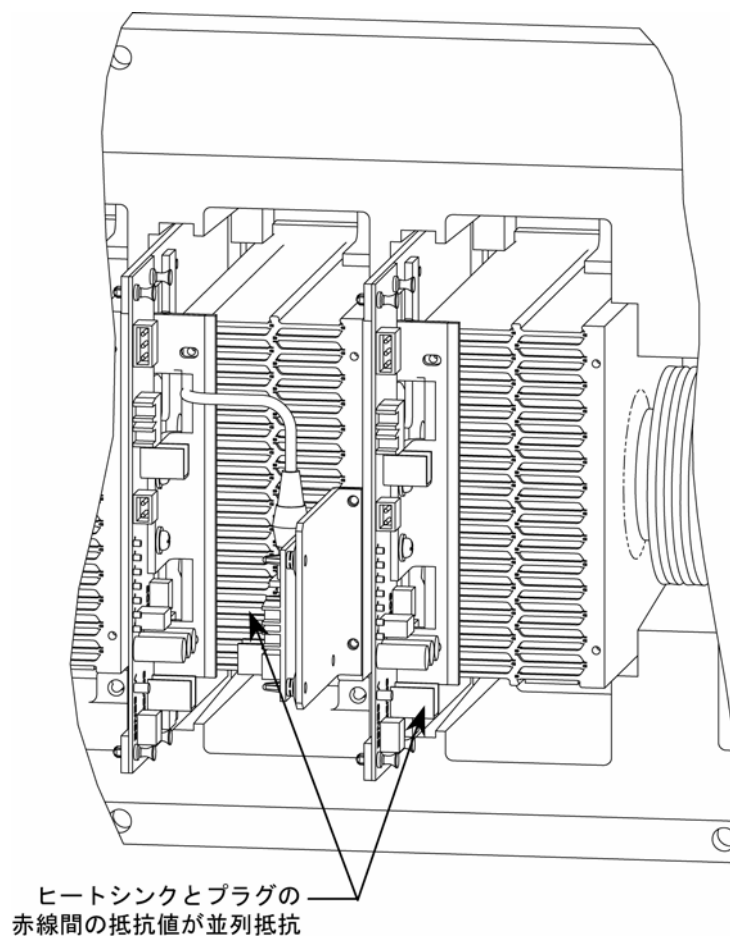



図 4.9　SCR 並列抵抗テスト

### 4.14.8 ゲートーカソード間抵抗

ゲートーカソード間抵抗テストは SCR には行なえますが、SGCT には行なえません。ゲートーカソード間抵抗値の計測は、SCR のゲートーカソード間の接続に開路や短絡があるときに、それを明らかにして SCR の損傷を見つけ出すためのものです。SCR のゲートーカソード間をテストするには、SCR の自己充電型ゲートドライバ基板から SCR ゲートのリード線を外し、下図に示すように、SCR 点弧カード上のフェニックスコネクタのところで計測します。

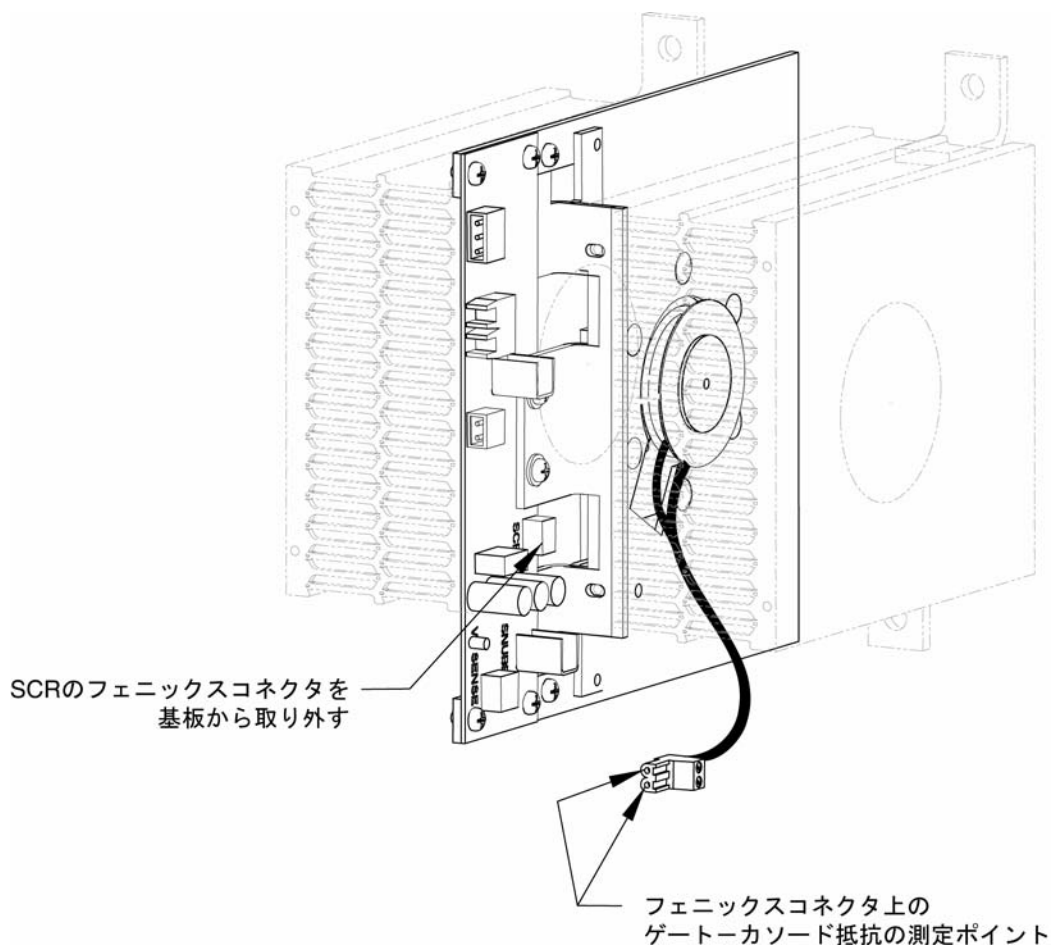



図 4.10　SCR ゲートーカソード間テスト

ゲートーカソード間の抵抗値は 10Ωから 20Ωの間でなければなりません。0Ωに近い値は、SCR 内部で短絡が起きていることを意味します。値が極めて高い場合は、素子内のゲート接続が破損しています。

ゲートーカソード間テストで損傷している SCR が見つかったら、その交換手順の詳細は第 5 章「コンポーネントの定義と保守」を参照してください。

### 4.14.9 スナバ抵抗(SCR 素子用)

スナバ抵抗の抵抗値を、抵抗器の両端でテストする必要はありません。パワーケージ内のヒートシンクの下部に、スナバ抵抗の測定ポイントが用意されています。1 素子あたり 1 つの測定ポイントがあります。抵抗値を確認するには、測定ポイントとヒートシンク間で計測します。

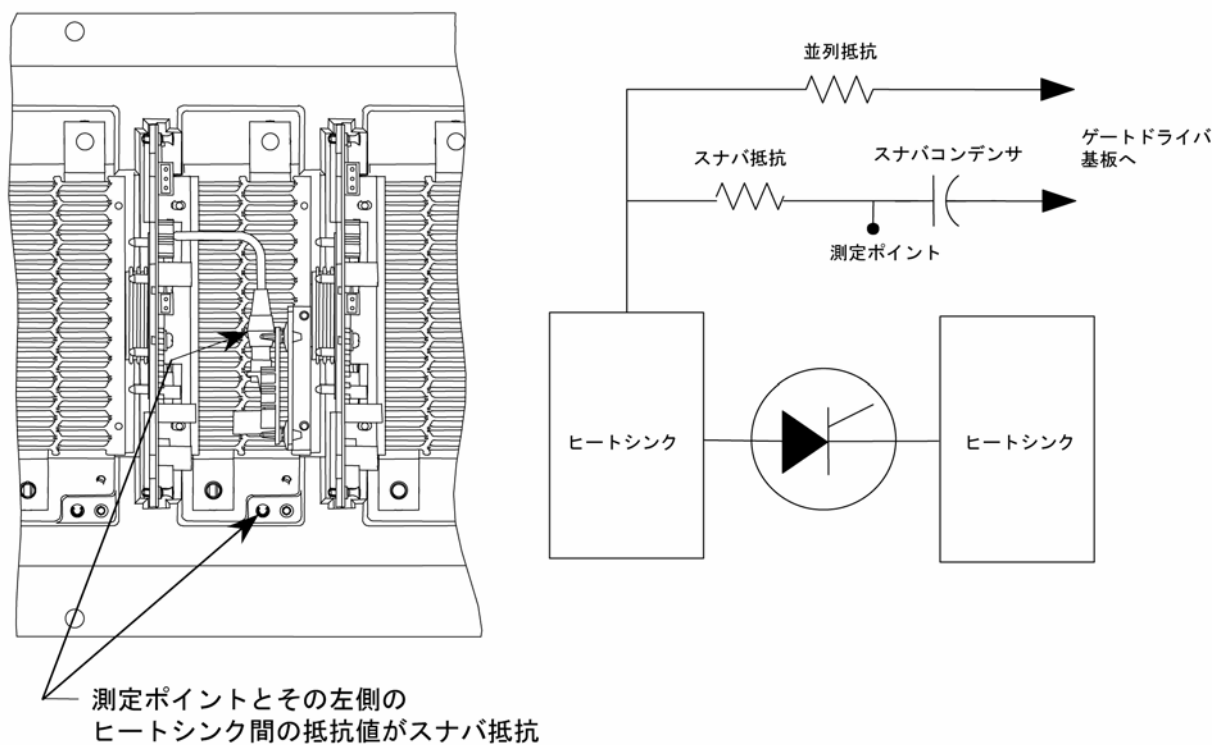



図 4.11　スナバ抵抗テスト

ドライブに使用されているSCRの電流定格に適したスナバ抵抗の抵抗値については、表 4.Bを参照してください。

抵抗値が許容範囲を外れている場合のスナバ抵抗アセンブリの詳細な交換法は、第 5 章「コンポーネントの定義と保守」を参照してください。

### 4.14.10 スナバコンデンサ(SCR 素子用)

マルチメータ(テスタ)を抵抗値測定モードからキャパシタンス測定モードに切り替えます。測定ポイントと(「SNUBBER」というラベルが付いている) 2 極のスナバ回路用プラグの「白」線間でスナバコンデンサのキャパシタンス値を計測し、問題がないことを確認します。

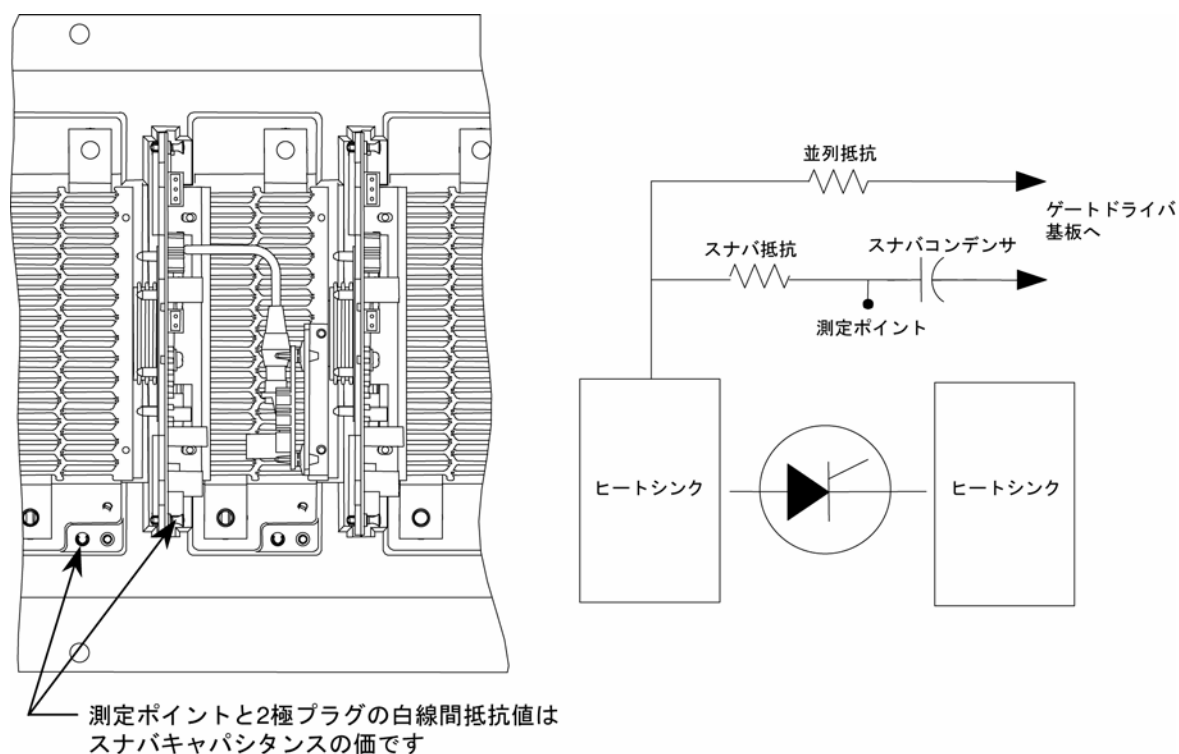



図 4.12　スナバコンデンサのテスト

SCR のゲートーカソード間をテストするためには、「SHARING and SNUBBER」というラベルが付けられた SCR の自己充電型ゲートドライバ基板のプラグを外します。プラグの「白」線とその素子モジュールの左側の測定ポイント間の抵抗値が、スナバキャパシタンスです。

ドライブに使用されているSCRの電流定格に適したスナバコンデンサのキャパシタンス値については、表 4.Bを参照してください。実際の計測値が、表中に示されているスナバコンデンサの値と一致する必要があります。

許容範囲を超えたキャパシタンスが計測されたときは、第 5 章「コンポーネントの定義と保守」を参照してスナバコンデンサを交換してください。

# 4.15 制御電源テスト

ドライブに電源を投入する前に、入力用遮断器に給電されている制御用電源が、展開接続図で指定されている定格に合致していることを確認します。

ご注文いただいた仕様によりドライブ内の制御電源の分岐は変わりますが、入力は常に下図に示すようになっています。

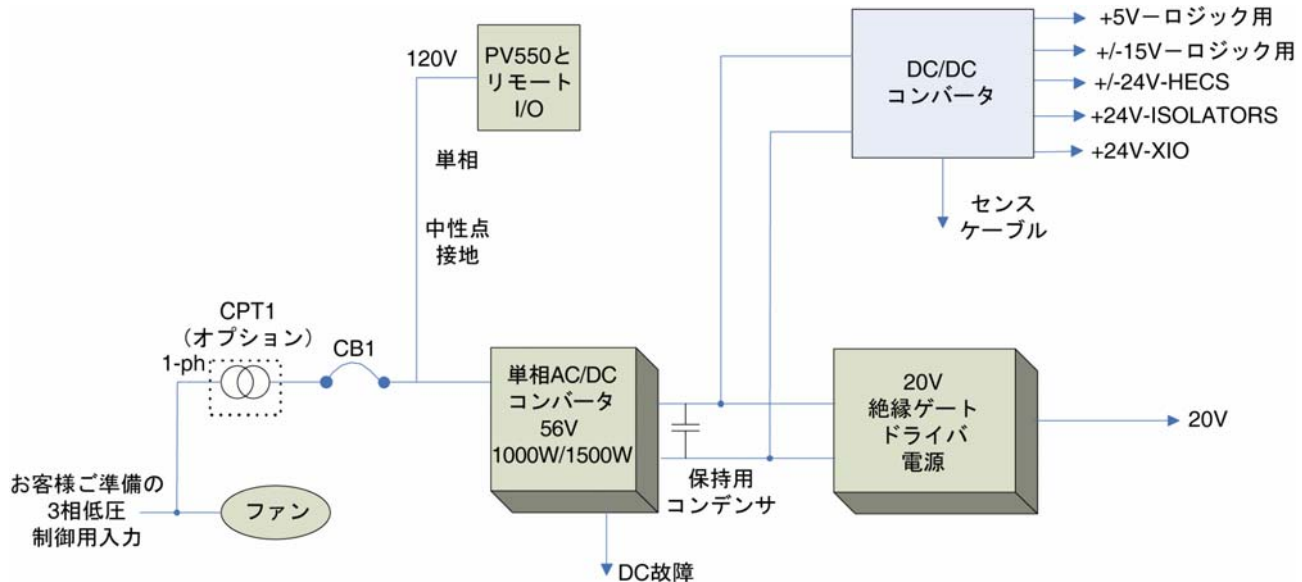



図 4.13 制御電源分岐

## 4.15.1 3 相入力

お客様ご準備の 3 相低圧制御用入力は、電源開閉器(展開接続図上で「DS1」と表示)に給電されます。ここで分岐して、3 相ファンと、単相 CPT 経由の電源に給電されます。単相 CPT の出力は、ドライブ内のすべての低圧動力電源と制御電源に供給されます。3 相制御電源電圧は「DS1」の入力端で計測します。計測値が展開接続図のとおりであれば、ドライブに制御電源を投入できます。計測結果が設計仕様に合致していない場合は、制御電源レベルを仕様の範囲内に調整する必要があります。

## 4.15.2 3 相入力/単相入力

この構成は、1 つの制御電源を使います。

- ファン回路用の 3 相制御電源は単相制御電源にも変換され、インターフェイス、電源、I/O、および周辺回路に供給されます。

3 相構成と同様、ファンと制御用の入力は「DS1」の 1 次側で確認します。

電源の定格が展開接続図の指示どおりであれば、「CB1」と「DS1」を閉じてドライブに制御電源を投入することができます。計測結果が設計仕様に合致していない場合は、制御電源レベルを仕様の範囲内に調整する必要があります。

### 4.15.3 電源のテスト

「B」フレーム PowerFlex 7000 ドライブには多様なコンポーネントが組み込まれるため、それに柔軟に対応できる制御電源設計が必要となります。その結果として、このドライブ内には数多くの制御電源が準備されています。以下に、ドライブに組み込まれているすべての制御電源が、設計どおりに機能していることを確認するための方法を説明します。

### 4.15.4 制御基板正常表示灯

制御電源用のすべての電源入力が仕様を満足していることを確認したら、低圧入力遮断器(CB1)と電源開閉器(DS1)を閉じます。これにより、制御回路がドライブに適用されます。

ドライブ制御基板上のすべての「ドライブ正常」表示灯をチェックし、すべてのユニットが電源投入時の自己診断テストに合格したことを確認します。次の表に、自己診断に合格し、準備完了状態にある各種ドライブ制御基板を示す LED の点灯状態を示します。

| コンポーネント | LED の状態 |
|---|---|
| AC/DC コンバータ電源 | 「正常」表示 LED なし |
| DC/DC コンバータ電源 | 「正常」表示 LED なし |
| SGCT 用電源 ❶ | 電源セクション毎に 1 個の緑色 LED (ラベルなし) |
| SGCT 組込み点弧カード | LED 4 (緑)<br>LED 3 (緑)<br>LED 1 (赤) |
| 信号調整基板(ACB) | LED 2 (緑) – 正常 |
| DPM | LED 6 (緑) LED 9 (緑)<br>LED 7 (緑) LED 11 (緑) |
| 外部 I/O | 基板表面に搭載された I/O の状態に基づく種々の黄色 LED |
| 外部 I/O アダプタ | LED の構成はアダプタによって異なる。アダプタの LED と状態は、アダプタの取扱説明書を参照のこと |
| オペレータ・インターフェイス・ターミナル | ブートシーケンスを表示する。故障状態では通信エラーが表示される。画面右下のハートビートの点滅で「正常」通信状態を確認 |

❶ 電源の数量はドライブの構成によって異なります。

LEDが点灯しないときは、電源投入時の自己診断で問題が発生しています。トラブルシューティングの詳細は、技術資料 7000-TD002_-EN-Pを参照してください。

### 4.15.5 制御電源変圧器(CPT：Control Power Transformer)

制御電源変圧器(CPT1)は、ご注文いただいたドライブの仕様によっては供給範囲外になることがあります。

ドライブの DC リアクトル低圧制御盤内にある制御電源変圧器の 2 次側の電圧を計測します。変圧器の出力が展開接続図の仕様どおりであることを確認してください。制御電源変圧器がない場合は、中性点への制御電源入力電圧を計測します。

| | | |
|---|---|---|
| 制御電源入力電圧($V_{L-L}$) | **FL1-FL2**：<br>**FL2-FL3**：<br>**FL3-FL1**： | __________V<br>__________V<br>__________V |
| 制御電源変圧器の有無 | 有 ❑ | 無 ❑ |
| CPT1 の 2 次電圧($V_{L-N}$) | **204-205** | __________V |
| CPT1 がない場合：<br>制御電源入力電圧($V_{L-N}$) | **202-N** | __________V |

### 4.15.6 AC/DC コンバータ(PS1)

AC/DC コンバータは、すべての「B」フレーム PowerFlex 7000 ドライブに少なくとも 1 台は付属しています。使用する機器が増えると、付属する AC/DC コンバータの数も増えます。ロックウェル・オートメーションが取りまとめる展開接続図には、試運転調整される用途で何台の AC/DC コンバータが付属しているかが明記されています。

出力電圧が DC 56 V であることを確認します。調整が必要な場合は、第 5 章「コンポーネントの定義と保守」を参照してください。

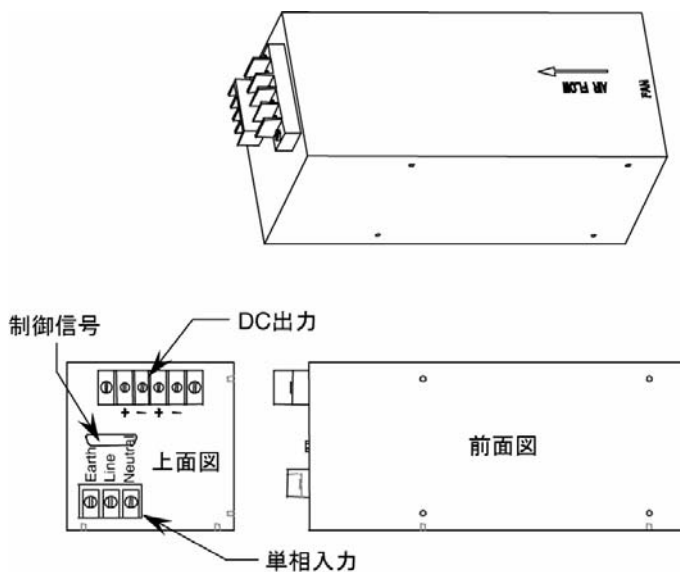



図 4.14 低圧制御部パネル上の AC/DC 電源の位置

### 4.15.7 DC/DC コンバータ(PS2)

DC/DCコンバータ(図 4.15参照)には、出力電圧を調整する機能がありません。

ディジタルマルチメータ(テスタ)を使って、DC/DC コンバータの各出力を計測し、展開接続図の仕様どおりであることを確認します。

**プラグ 1 (P1) – 入力**

| 端子番号 | 説明 | 値 |
|---|---|---|
| 1 → 2 | 電源入力(+56V) | |

**プラグ 2 (P2) – センス信号**

| 端子番号 | 説明 | 値 |
|---|---|---|
| | | |

**プラグ 3 (P3) – アイソレータ**

| 端子番号 | 説明 | 値 |
|---|---|---|
| 1 → 2 | ISOLATOR (+24V 1A) -> ISOL_COMM (COM4) ±5% | |

**プラグ 4 (4) – PWR**

| 端子番号 | 説明 | 値 |
|---|---|---|
| 1 → 2 | +24V_XIO (+24V 2A) -> XIO_COMM (COM3)±5% | |
| 3 → 4 | +HECSPWR (+24V 1A) -> LCOMM (COM2)±1% | |
| 5 → 4 | -HECSPWR (-24V 1A) -> LCOMM (COM2)±1% | |
| 6 → 7 | +15V_PWR (+15V 1A) -> ACOMM (COM1)±0.5V | |
| 8 →7 | -15V PWR (-15V 1A) -> ACOMM (COM1) ± 0.5V | |
| 9 → 10 | +5V PWR (+5V 5A) -> DGND (COM1) 5.1-5.5V | |

許容範囲から外れている値がある場合は、DC/DC コンバータの不良が考えられます。DC/DC コンバータのトラブルシューティングの詳細は、技術データマニュアル **7000-TD002_-EN-P** の第 3 章、「Troubleshooting」を参照してください。

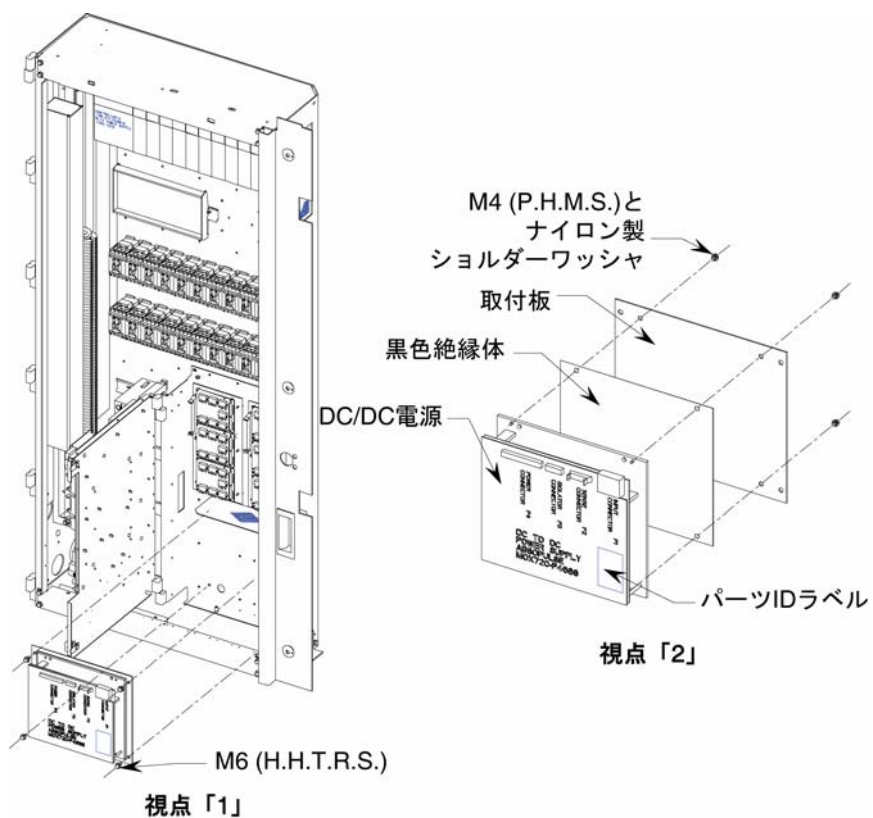



図 4.15　DC/DC コンバータ(PS2)

### 4.15.8 SGCT 用電源(IGDPS)

**注意**：SGCT用電源(IGDPS)の場所は、図 4.16を参照してください。

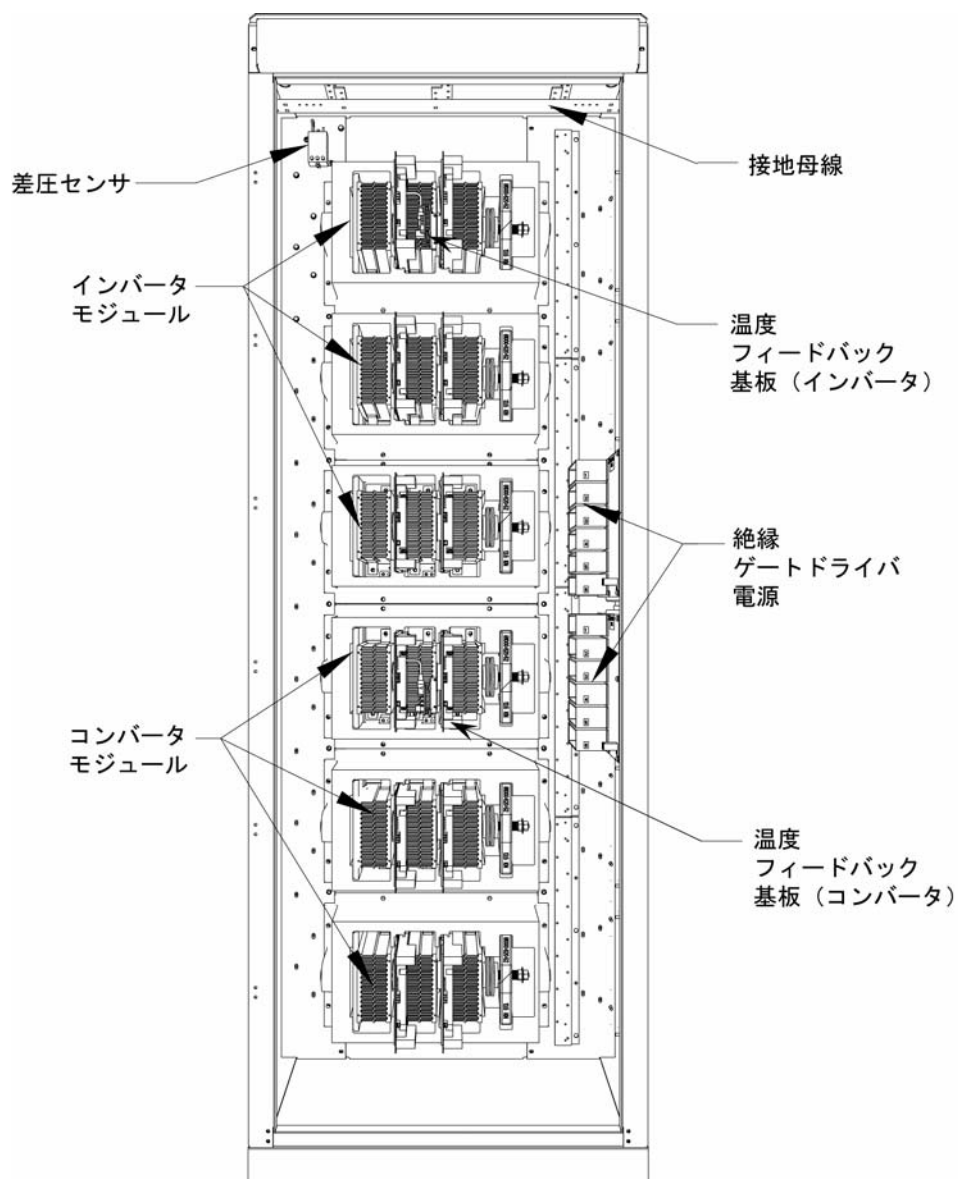



図 4.16　コンバータ盤のコンポーネント(2400V 級)

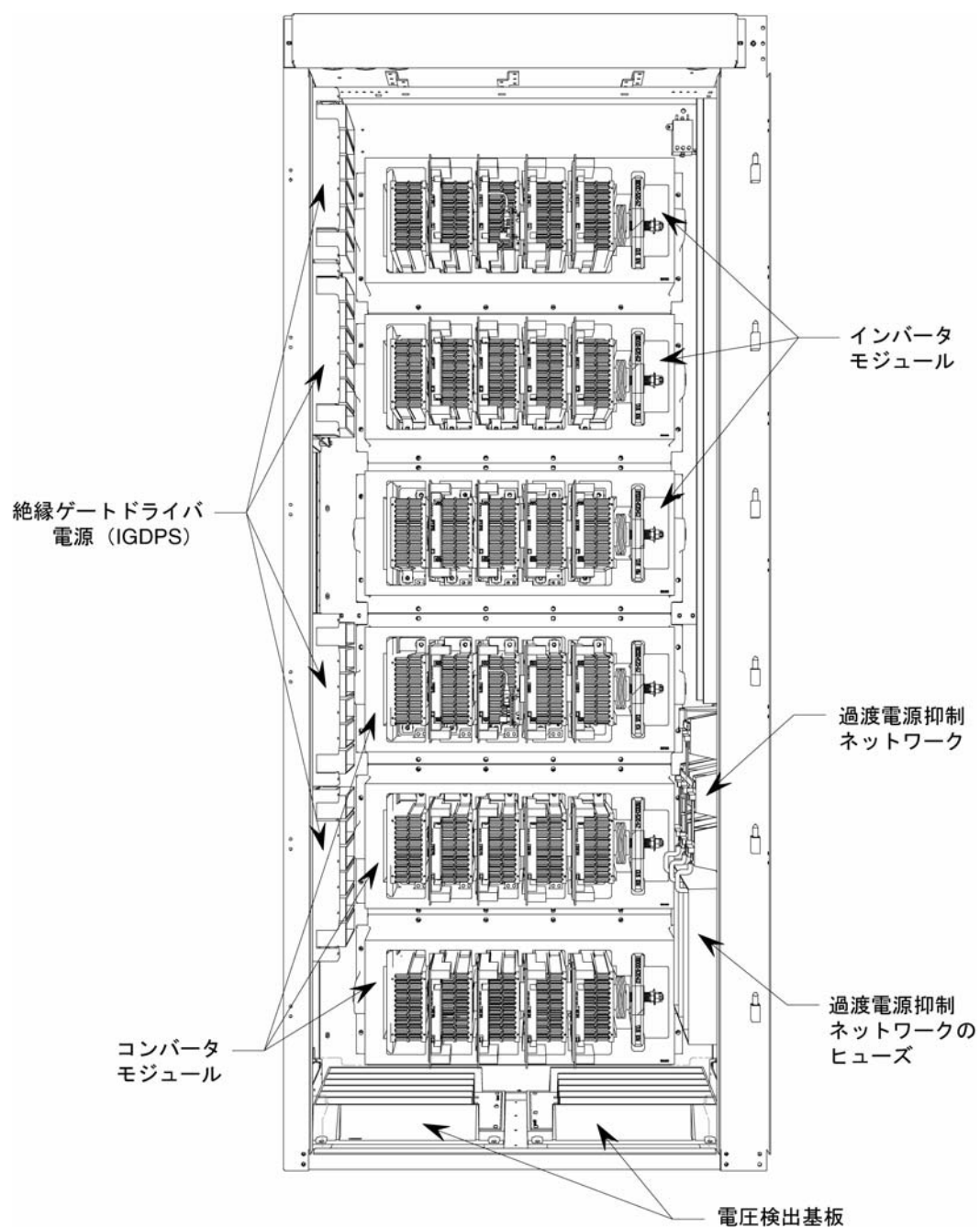



図 4.17　コンバータ盤のコンポーネント(3300/4160V 級)

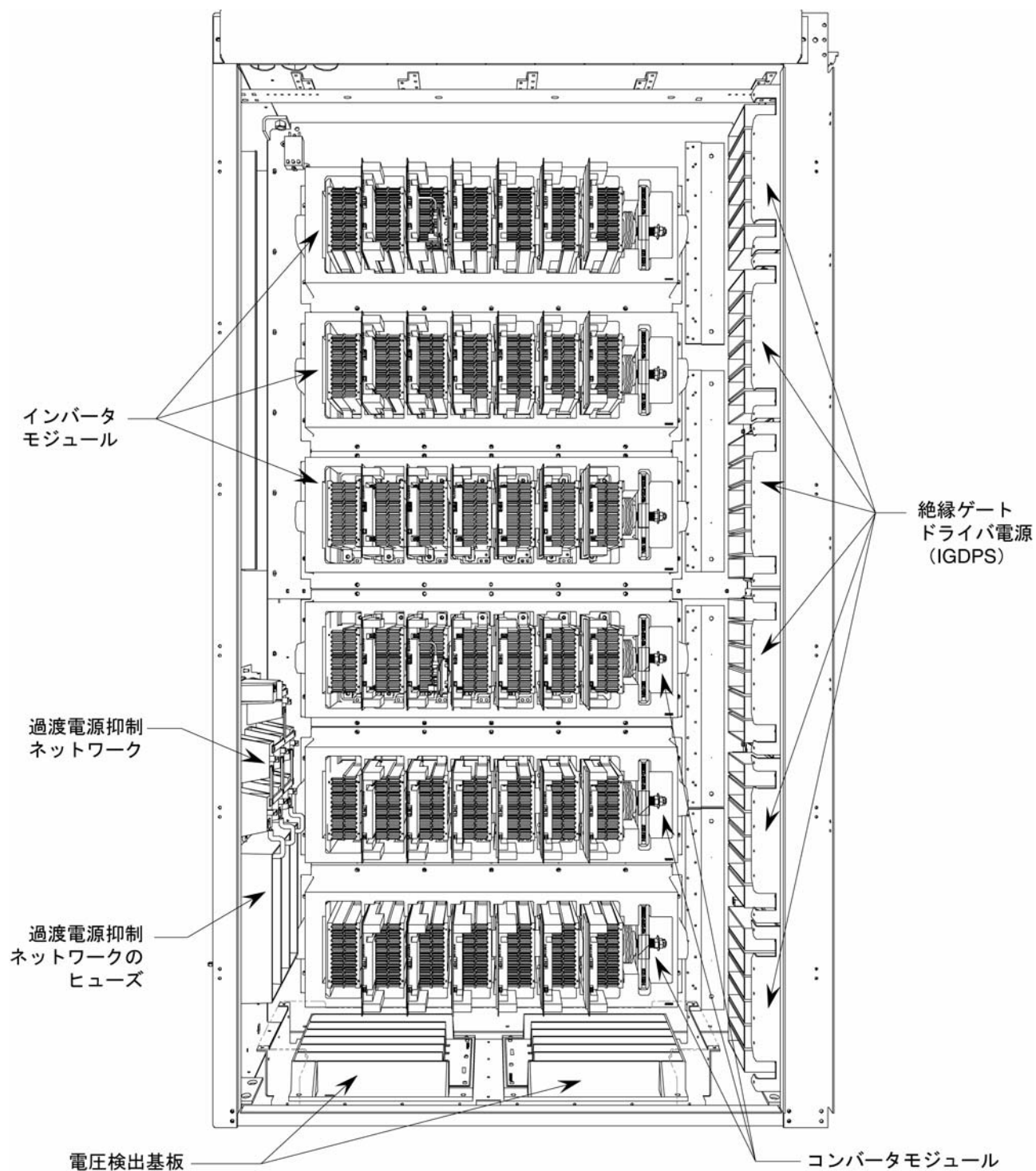



図 4.18　コンバータ盤のコンポーネント(6600V 級)

SGCT 用電源(IGDPS)の回路は、エポキシモールド内に組み込まれています。そのため、このモジュールを現場で修理することはできず、測定ポイントや調整箇所も基板上にありません。絶縁された 6 個の 20V 出力のいずれかが故障したら、基板全体を交換する必要があります。

### 4.15.9 IGDPS 基板上の LED

6 個の出力のそれぞれに緑色の動作表示 LED があり、20V 出力に問題が発生したときに、それをユニットの出力端から確認できます。

- LED 点灯：出力は正常
- LED 消灯：出力電圧が 18V DC 未満

高圧 IGDPS が正常なときには、6 個の LED がすべて点灯しています。そうでない場合は、基板への接続不良や出力モジュール障害が発生している可能性があります。

以下の値を計測し、6 点の出力がすべて正常に機能していることを確認します。正常と判定する基準は 20V±1%です。

| 測定ポイント | 期待値 | 計測値 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | #1 | #2 | #3 | #4 | #5 | #6 |
| プラグ 8 ピン 1 → ピン 2 | +20 V DC | | | | | | |
| プラグ 9 ピン 1 → ピン 2 | +20 V DC | | | | | | |
| プラグ 10 ピン 1 → ピン 2 | +20 V DC | | | | | | |
| プラグ 11 ピン 1 → ピン 2 | +20 V DC | | | | | | |
| プラグ 12 ピン 1 → ピン 2 | +20 V DC | | | | | | |
| プラグ 13 ピン 1 → ピン 2 | +20 V DC | | | | | | |

IGDPS は複数使用されている場合があります。それらすべての電圧値を記録してください。

故障が見つかった場合は、本取扱説明書のトラブルシューティングのセクションにある手順を参考にして交換してください。

## 4.16 ゲーティングテスト

ドライブのコンバータのテストを高圧をかけずに終了し、すべての制御電源出力を検証したら、低圧制御電源を使って SCR と SGCT のテストを行なう必要があります。

次のレベルの素子テストの仕方として、以下の事項について説明します。

- ゲーティング・テスト・モード
- SCR 点弧テスト
- SGCT 点弧テスト

テスト結果が以下の説明と合致しない場合は、ドライブのコンバータ部のトラブルシューティング方法の詳細は、第 5 章「コンポーネントの定義と保守」を参照してください。

### 4.16.1 ゲーティング・テスト・モード

ゲーティング・テスト・モードの使い方について以下に説明します。このテストモードでは、高圧をかけずに SCR と SGCT に点弧信号を与え、ドライブの運転状態をシミュレートします。初めてドライブを始動する前にゲーティングテストを実施し、各素子の機能が正常であることを確認する必要があります。

ゲーティング・テスト・モードでのテストでは、いくつかのドライブ状態 I/O が使われます。ドライブ I/O を外部で監視する場合は、混乱を避けるためにテストを行なうことを事前に通知しておく必要があります。

注意

このテストを開始する前に、ドライブが高圧回路から絶縁されていることを確認してください。

以下の手順説明では、**PV550** の画面を例に挙げています。実際の画面は、表示例とは異なる場合があります。

最上位メニュー画面から、「アクセス」(「F10」)キーを押し、「下向きカーソルキー」を使って「上級」を強調表示させます。「入力」キーを押してから、「終了」(「F10」)キーを押します

「設定」(「F8」)キーを押して「パラメータ」を選択し、「入力」を押します。「グループ選択」画面で、最初のグループ「特性選択」が選択されている状態になります。

「入力」キーを押してから「下向きカーソル」キーを使って「操作モード」を選択します。

「入力」キーを押してから「下向きカーソル」キーを使って「ゲートテスト」を選択します。「入力」キーを押すとゲーティング・テスト・モードに入ります。

「テストモード」でのテストの終了後、ドライブシステムに高圧を印加する前に「テストモード」でドライブが運転状態になっていないことを確認してください。この確認を怠ると装置に損傷を与える恐れがあります。

## 4.16.2 SCR 点弧テスト

通常の操作では、SCR 点弧カードは、高圧から最大 20 V DC に降圧する分圧ネットワークを介して電源を得ています。このテストは高圧から絶縁された状態で実施する必要があるため、点弧カードには別電源から制御電源を給電しなければなりません。

各ドライブには 15 V DC を AC/DC 電源から点弧カード(SPGDB)に給電するための接続ケーブルが付属しています。このケーブルは AC 電源(120/240V、50/60 Hz)側に 1 点の入力を備え、SCR 自己充電型ゲートドライバ基板に接続される側には 18 点の出力を備えています。

テストの手順は次のとおりです。

テストケーブルのAC電源コネクタを適切なAC電源に差し込みます。他端の 18 点の出力を備えた 3 ピンコネクタは、SCRのSPGDB 基板上の「TB3 - Test Power」というラベルが付いた端子に差し込みます(「図 4.19　自己充電型ゲートドライバ基板のテスト電源端子」を参照してください)。3 ピンコネクタの 18 点の出力のいくつを使用するかについては、ドライブのコンバータセクションの電圧と構成によって異なります。

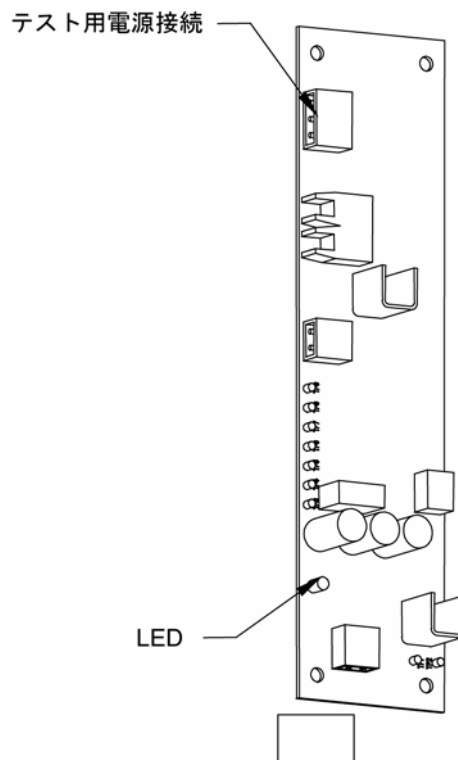



図 4.19　自己充電型ゲートドライバ基板のテスト電源端子

ドライブをゲーティング・テスト・モードにすると、コンバータは自動的にゲーティングモードの「テストパターン」に入ります。

「LED 1 －ゲートパルス(黄)」が点灯し、素子が点弧する周波数で点滅します。その他の LED は、ファームウェアが各 SCR にゲーティング信号を送るときに点灯します。

個々の素子を 1 つずつ点弧させるゲーティングテストもあります。このテストパターンは「Z パターン」と呼ばれます。基本的には、各セクションで左上の素子が 2 秒間ターンオンし、それからターンオフします。続いて右隣の素子が 2 秒間ターンオンした後ターンオフします。以降、このパターンが繰り返されます。最初の最上段の素子スタックのテストが終わると、中段のスタックの右側素子に移り、右から左へと順次テストパターンが繰り返されます。左端までできたら下段のスタックに移り、左の素子から右の素子へとテストが繰り返されます。最後の素子までできたら再び左上の素子に戻ります。このテストは、光ファイバケーブルが対応する受信素子に正しく接続されていることを確認するためのものです。

試運転調整では、SCR の点弧テストにオシロスコープを使う必要はありませんが、SCR 点弧に問題が生じたときには必要になります。

注意

**テストが終了したら、電源用のテストケーブルをドライブから必ず取り外し、高圧を印加する前に「ゲーティング・テスト・モード」から抜け出てください。これを怠ると人的傷害や装置の損傷を引き起こす恐れがあります。**

### 4.16.3 SGCT 点弧テスト

SCR の自己充電型ゲートドライバ基板(SPGDB)とは異なり、SGCT の場合は基板に点弧回路が組み込まれています。この回路用の電源は SGCT 用電源(IGDPS)から給電され、ドライブをゲーティング・テスト・モードにしなくても、点弧回路上の正常表示灯をモニタすることで予備的なチェックを行なうことが可能です。点弧回路上には 4 個の LED があります。次の図に LED の場所を示します。

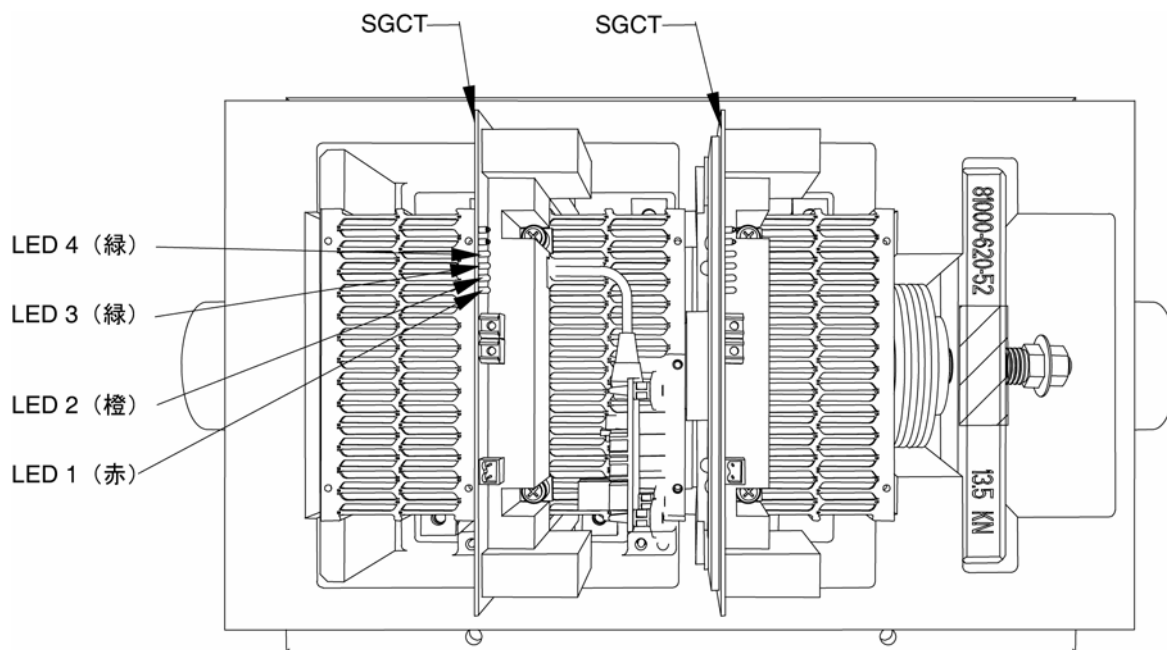



図 4.20 SGCT 正常表示灯

ドライブがゲーティングせずにアイドル状態にあるとき、LED4 (緑)、LED3 (緑)、および LED1 (赤)が点灯し、LED2 (黄)は消灯しています。LED の状態がこれと違っていたら、第 5 章「コンポーネントの定義と保守」を参照して、SGCT 点弧カードのトラブルシューティングを行なってください。

ドライブをゲーティング・テスト・モードにすると、インバータが自動的にゲーティングモードの「テストパターン」に入ります。

SGCT の LED をモニタし、LED4 (緑)と LED3 (緑)は点灯したまま、LED1 (赤)と LED2 (黄)がコンバータの動作周波数で点滅することを確認します。

個々の素子を 1 つずつ点弧させるゲーティングテストもあります。このテストパターンは「Z パターン」と呼ばれます。基本的には、各セクションで左上の素子が 2 秒間ターンオンし、それからターンオフします。続いて右隣の素子が 2 秒間ターンオンした後ターンオフします。以降、このパターンが繰り返されます。最初の最上段の素子スタックのテストが終わると、中段のスタックの右側素子に移り、右から左へと順次テストパターンが繰り返されます。左端まできたら下段のスタックに移り、左の素子から右の素子へとテストが繰り返されます。最後の素子まできたら再び左上の素子に戻ります。

このテストは、光ファイバケーブルが対応する受信素子に正しく接続されていることを確認するためのものです。

通常のゲーティング・テスト・モードでは、実際の(速度)指令信号を使って、インバータを指令に対応した出力周波数で点弧します。

# 4.17　システムテスト

高圧を印加する前に、ドライブが意図したとおりに動作するように、低圧制御回路の全体を検証する必要があります。このテストを実施しないと、意図したとおりに動作しない場合に、ドライブやプロセスに損傷を与える恐れがあります。ここでは次の 5 つのテストの仕方について説明します。

- システム・テスト・モード
- 始動/停止接触器制御
- ステータスインジケータ
- アナログ I/O
- 設定可能なアラーム

## 4.17.1　システム・テスト・モード

システム・テスト・モードの使い方について以下に説明します。このテストでは高圧を印加せずに、ドライブの低圧制御回路でドライブを操作します。

システム・テスト・モードでのテストでは、ドライブ状態 I/O が使われます。ドライブ I/O を外部で監視する場合は、混乱を避けるためにテストを行なうことを事前に通知しておく必要があります。

このテストを開始する前に、ドライブが高圧回路から絶縁されていることを確認してください。

**以下の手順説明では、PV550 の画面を例に挙げています。実際の画面は、表示例とは異なる場合があります。**

アクセスが「上級」になっていることを確認してください。

最上位メニュー画面から、「設定」(「F8」)キーを押して「パラメータ」を選択し「入力」キーを押します。「グループ選択」画面で、最初のグループ「特性選択」が選択されている状態になります。

「入力」キーを押します。先頭行の「操作モード」が反転表示されます。

「入力」キーを押してから「下向きカーソル」キーを使って「システムテスト」を選択します。「入力」キーを押し、さらに「終了」を押すとシステム・テスト・モードに入ります。これで、高圧を印加しなくてもドライブシステム全体の完全な機能チェックを行なえるようになります。接触器回路のすべてのテスト用電源が入っていれば、始動、停止、非常停止、故障のトリガ、リモートI/Oのチェック、PLC入力のチェック、その他機能の確認を行なうことができます。

テストの終了後、ドライブシステムに高圧を印加する前に「テストモード」でドライブが運転状態になっていないことを確認してください。この確認を怠ると装置に損傷を与える恐れがあります。

## 4.17.2 始動/停止制御回路

ドライブがシステム・テスト・モードに入ったら、始動/停止回路が正常に機能することを確認します。このテストを行なう前に展開接続図を読み、制御回路について理解しておく必要があります。

ドライブシステムの真空接触器またはお客様ご準備の遮断器を「ローカル(ドライブ盤面)」で目視しながら投入し、ドライブを始動させます。ロックウェル・オートメーション製の高圧盤のトラブルシューティングが必要な場合には、下記の追加情報をご利用になれます。

- Publication **1500-UM055_-EN-P**, Medium Voltage Controller, Bulletin 1512B, Two-High Cabinet, 400 Amp • User Manual
- Publication **1503-IN050_-EN-P**, OEM Starter Frame and Components • Installation Manual
- Publication **1502-UM050_-EN-P**, Medium Voltage Contactor, Bulletin 1502, 400 Amp (Series D) • User Manual
- Publication **1502-UM052_-EN-P**, Medium Voltage Contactor, Bulletin 1502, 400 Amp (Series E) • User Manual
- Publication **1502-UM051_-EN-P**, Medium Voltage Contactor, Bulletin 1502, 800 Amp • User Manual

高圧接触器または遮断器が正常に機能することを確認したら、ドライブを停止し、同じテストを「リモート」から実行します。

ドライブを再度始動し、システムに組み込まれているすべての非常停止が正常に機能することを確認します。さらに、システムに組み込まれているすべての電気的インターロックが正常に機能することを確認します。制御配線の変更はこの時点で実施し、必要であればシステムを再始動させます。

### 4.17.3 ステータスインジケータ

ドライブの状態は通常、PLC 入出力(第 3 章「オペレータインターフェイス」内の「PLC」(ページ 3-43)参照)を経由して、あるいは直接リレーロジック経由でプロセス制御システムにディジタル的にフィードバックされます。ドライブには下表に示すリレーが標準装備されています。

| リレー名称 | リレー記号 |
|---|---|
| 運転中接点 | RUN |
| 故障接点 | FLT |
| 警告接点 | WRN |
| 運転準備完了接点 | RDY |

お客様の制御システムとドライブが正しく接続されていることを確認するために、お客様が使われるステータスインジケータを活かす必要があります。そのためには、ドライブ状態(運転準備完了、故障、警告等)を切り替えます。

### 4.17.4 システムテスト(続き)　　アナログ I/O

ドライブのすべてのアナログ入出力は、電動機を運転しなくても設定することができます。次の各ドライブ要素の設定法について、以下に説明します。

- アナログ入力
  - アナログ指令信号入力のスケーリング(ローカル、リモート)
    - 最小値設定
    - 最大値設定
  - ディジタル指令信号入力のスケーリング(ディジタル)
- アナログ出力

アナログ I/O の接続はすべて ACB (信号調整基板)上で行われます。

**アナログ入力**

- **アナログ信号入力のスケーリング**
  - 指令信号入力のスケーリングを接続する前に、適切な指令信号入力選択が設定されていることを確認する必要があります。そのためには、入力源を選択する「指令選択(Reference Select) [P7]」の設定が必要です。
  - 使用するドライブの指令信号最小値(SpdCmd Pot(L)、SpdCmd Anlg Inp(R)、SpdCmd DPI (D))を設定します。PG なしのドライブでは、最小指令信号入力値は 6Hz です。PG なしの制御では、指令信号入力最小値を 6Hz 未満に設定しないでください。PG フィードバック付きのドライブでは、最低速度は 1Hz まで許容できます。PG フィードバック付きのドライブで、指令信号最小値を 1Hz 未満に設定しないでください。
  - 使用するドライブの指令信号最大値(L、R および D)パラメータを設定します。すべての指令信号入力と、関連する指令信号用リード・オンリー・パラメータの読取りが、望ましい最大の値になるように設定してください。
  - 各種指令信号の最大値は通常、10V 入力をポテンショメータまたはアイソレータ経由で読み込むときの減衰を補償しなければならないため、望ましい最大値以上に設定することになります。

**例：**

- **SpdCmd Anlg Inp (4～20 mA)指令信号入力のスケーリング**

お客様から 4～20 mA の速度指令信号が ACB (信号調整基板)上の電流ループ受信器に入ってきます。その最大入力値が 60Hz であるようにスケーリングをします。

1. リモートの指令信号最大値(Reference Command Remote Maximum (Ref Cmd R Max))を 60Hz に設定します。
2. 指令選択パラメータを「Remote 4-20 mA」と設定します。
3. 20 mA の信号をドライブに入力します。この入力は、信号の出力線に接続したマルチメータ(テスタ)で確認する必要があります。操作場所選択スイッチで「リモート」を選択し、20 mA 信号入力を意味する「速度信号入力(P276)」というパラメータを確認してください。
4. パラメータの値が 60Hz であることを確認します。60Hz になっていない場合は、パラメータの読取り値が 60Hz になるまで、パラメータ「リモート指令信号最大値(P44)」の値を増加させます。

- **SpdCmd DPI (ディジタル)指令信号入力のスケーリング**

ディジタル指令信号入力の最大値は「32767」、最小値は「0」です。負の値や範囲外の値を設定すると、ドライブは最低速度までスローダウンします。

**アナログ出力**

展開接続図を見て、お客様が ACB (信号調整基板)上の アナログ出力ポートからどのメータまたは信号を取り出したいのかを確認します。

以下の手順説明では、**PV550** の画面を例に挙げています。実際の画面は、表示例とは異なる場合があります。

パラメータをアナログ出力に割り付けるには、少なくとも「上級」以上のアクセスレベルが必要です。最上位メニュー画面から「設定」(「F8」)キーを押して「設定」画面を呼び出し、「下向きカーソル」キーを使って「アナログ」を強調表示させて「入力」キーを押します。

「下向きカーソル」キーを使って対応させたい「出力」を強調表示させます。「入力」キーを押すと、グループ選択画面に全パラメータのリストが表示されます。
「カーソル」キーを使って割り付けたいパラメータを見つけたら「入力」キーを押します。「アナログ設定」画面に戻り、新しいパラメータ名が選択した出力の横に表示されます。

「終了」(「F10」)キーを押すと「グループ選択」画面が表示されます。「入力」キーを押してリストをスクロールし、「Analog Outputs」を選びます。「入力」キーを押して確定すると、利用可能なポートとそれに対応したパラメータ番号のリストが表示されます。このリストには、パラメータ名は表示されません。

スクロールダウンしていくと、4 つのメータポートと 3 つの ACB ポート出力用のスケーリングファクタがあります。すべてのパラメータは 0〜10V にスケールされています。0V は第 5 章の「Parameter Descriptions」にある最小値、10V はその最大値にそれぞれ対応しています。これらのスケーリングパラメータ(「Anlg Port2 Scle」)を使って、スケーリングを変更することができます。

**注**： 最小値が負の値になるパラメータもあります。そのようなパラメータでは、最小値(-10V)が 0V に割り付けられており、最大値が 10V に対応しています。

スケーリングしたいアナログ・スケール・パラメータを強調表示させて「入力」キーを押します。新しい値を入力して「入力」キーを押し、さらに「終了」(「F10」)キーを押します。終了後は必ず NVRAM に新しい設定値を保存してください。

カスタマインターフェイス基板のアナログ出力は公称 0〜10V ですが、実際には通常、0.025〜9.8V (または 9.9V)です。これは回路の速度設定ポテンショメータによる分圧回路や、信号調整回路のインピーダンスに影響されるためです。組み込まれている信号調整器には通常、0〜10V 入力と 4〜20mA 出力があります。信号調整回路にはその他の誤差もあり、信号調整回路を 0〜10V で校正(キャリブレーション)すると、出力は厳密には 4〜20mA になりません。

そこで信号調整器の外部出力用 4～20mA を校正する必要があります。

1. ディジタルマルチメータ(テスタ)を mA 計測レンジに設定し、信号調整器の出力信号線に挿入します。信号調整器の出力が終端されていれば、メータは負荷として使えます。
2. 校正したいアナログ出力ポートにパラメータを割り付けます。このパラメータはテスト目的としてのみ、最小値から最大値へと変更できるものでなければなりません。そのようなパラメータには、直流電流テスト信号(IDC Command Test)などがあります。出力の割付けについては、前ページの説明を参照してください。
3. パラメータ「直流電流テスト信号(P119)」を 0.000pu に設定します。これが最小値です。アイソレータ上のゼロ調整ネジを使って読取り値を 4mA に調整します。
4. パラメータ「直流電流テスト信号(P119)」を 1.500pu に設定します。これが最大値です。アイソレータ上のスパン調整ネジを使って読取り値を 20mA に調整します。
5. 最大値と最小値が正しく調整されるまで同じ調整を繰り返します。
6. パラメータ「直流電流テスト信号(P119)」を 0.750pu に設定し、読取り値が 12mA (1/2 目盛)であることを確認します。パラメータ「直流電流テスト信号(P119)」を 0.000pu に設定します。
7. 校正を行ったアナログ出力ポートに、必要とするパラメータを割り付けます。
8. すべての変更を NVRAM に保存します。

### 4.17.5 設定可能なアラーム

ドライブの制御回路でプログラムされている設定可能なアラームを確認します。外部故障関連のタスクと、この取扱説明書における説明箇所を次に示します。

- **故障マスクの設定**：第 3 章「オペレータインターフェイス」内の「故障マスク」(3-39 ページ)
- **外部故障テキストの設定**：第 3 章「オペレータインターフェイス」内の「ユーザが定義できる外部テキスト」(3-42 ページ)
- **故障クラスの設定**：第 4 章「試運転調整」

システム・テスト・モードで行なう外部故障テストは、外部からの警告/故障信号配線をすべて浮かせて(切り離して)行なうことができます。これらの配線はディジタル I/O 基板で終端されています。信号線を任意の位置で切り離せば、外部故障の設定と機能を確認できます。ただし、外部電源を使って実際に警告あるいは故障信号を与えてテストすることを推奨します。それができないときには、次善の策として外部信号線を保護装置の位置で切り離します。

**注意**

**回路をテストしているときに切り離した配線が地絡するとディジタル I/O 基板が損傷し、トリップ用の接点が溶着することがあるため、地絡に注意することが必要です。**

# 4.18 18 相ドライブの相回転テスト

高圧をかけてドライブを運転する前に、すべての 18 相ドライブで入力側の相回転を検証する必要があります。以下のテストは、同期切換え機能がない PWM コンバータでは実施する必要はありません。

- 電源側主回路端子抵抗値計測
- 高圧の投入
  – 相回転が適切であることを確認するため、ACB 基板上の 9 箇所の測定ポイントで、すべての電圧フィードバックを比較

ここで説明する方法以外のやり方でテストを実施すると、ドライブの性能が十分発揮されず、コンバータ側に損傷を与える恐れがあります。

## 4.18.1 電源側主回路端子抵抗値計測

絶縁変圧器の 0 度°、+20 度°、および-20 度°の位相差を持つ 3 つの巻線間に渡り配線がないことを素早く確認するために、ドライブの電源側主回路ケーブル端子間の抵抗値を計測します。

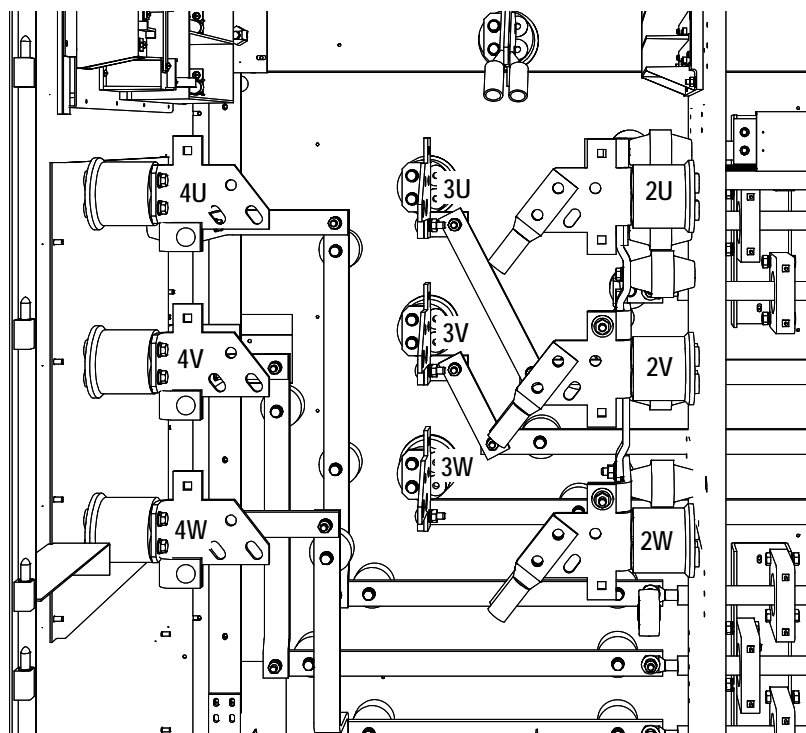



図 4.21 電源側主回路端子の配置

変圧器の同一巻線の各相間抵抗値は小さく、異なる巻線間では大きくなります。予想される電源側主回路端子間抵抗値を下表に示します。

| 主回路端子計測ポイント | 予想される抵抗値 |
|---|---|
| 2U → 2V → 2W | ほぼ 0Ω |
| 3U → 3V → 3W | ほぼ 0Ω |
| 4U → 4V → 4W | ほぼ 0Ω |
| #U → #V → #W | ほぼ∞Ω |

計測結果がこの表の値と違っている場合は、絶縁変圧器内で巻線間の渡り配線があるため、ドライブの再検査が必要となります。

### 4.18.2 高圧の投入

ドライブを高圧で運転する前に、万一試運転調整中に故障が起きたときに情報を収集できるよう、トレンド診断機能を設定しておくことが望まれます。商用運転に入る前に、収集したトレンドデータをリセットすることを忘れないようにしてください。

ドライブのトレンド診断操作では、所定時間内で 8 個の関係するパラメータ間のデータを収集できます。トレンド診断はドライブのトラブルシューティングにとって有益なツールです。

トレンドバッファの長さは 100 サンプルです。

最上位メニュー画面から「診断」(「F9」)キーを押します。このキー操作により「診断メニュー」画面に入ります。「診断」メニューには次のオプションがあります。

- 再トリガ
- 診断設定
- 表示

### 4.18.3 再トリガ

再トリガ機能は、直前に行ったトレンド診断結果を保存しているメモリバッファの内容を消去します。連続トリガを可能にしていない場合、2 回目のトリガをかけるには、トレンド機能をいったんリセットする必要があります。

### 4.18.4 診断設定

診断設定は、何に診断トリガをかけるかを定義するときに使います。診断設定では、次の情報をプログラムする必要があります。

Rate　サンプルとサンプル間の時間間隔。0～20,000 msec 間で設定可能です。
値の入力には数値キーパッドを使い、「入力」キーを押して値を確定します。

Post　トリガをかける位置から後に取り込まれるリストの割合(パーセンテージ)です。0～100%の間の値を設定します。

**Trace**　特定のリストに割り当てられる読込み専用(リードオンリー)パラメータです。**「Trace 1」にリンクされている項目が、トリガ値として使われます。**トレースは最大 16 個まで可能ですが、すべてを有効にする必要はありません。

**Trigger**　「連続トリガ」か「シングル(ショット)トリガ」かを定義します。このキーを押すとトリガパラメータの前に「S」(シングル・ショット・トリガ)または「C」(連続トリガ)が付けられます。通常はシングル・ショット・トリガが使われます。

S =　シングルショット>>トリガをかけたら一回終わります。再トリガをかけるには、「ReArm (再トリガ)」を手動で実行する必要があります。

C =　連続収集>>自動的に再トリガをかけ、収集されたデータの内容を見て停止をかけるまで、連続して新しいトレンドを収集します。

**Cond**　トリガをかける条件(Condition)を定義します。可能なオプションは次のとおりです。

| | | | |
|---|---|---|---|
| = | 〜と等しい | + | ブール代数 OR |
| N= | 〜と等しくない | N+ | ブール代数 NOR |
| > | 〜より大きい | & | ブール代数 AND |
| < | 〜より小さい | N& | ブール代数 NAND |

**Data**　「トレース 1」の読込み専用パラメータに関するトリガ値を定義します。

### 4.18.5　表示

表示機能は、直近のトレンド診断で記録されたサンプルを確認するためのものです。

### 4.18.6　トレンドの設定方法

トレンドの設定方法を、具体例で説明します。

#### トレンド用読込み専用パラメータ

トレンドデータ：

| | | |
|---|---|---|
| 16) | 電源側電流フィードバック： | 122 |
| 15) | 電源側アルファ角： | 327 |
| 14) | Idc Fbk Sampled : | 329 |
| 13) | IDC 指令： | 321 |
| 12) | 電源側電圧平均値： | 135 |
| 11) | Motor Current pu： | 555 |
| 10) | Motor Voltage pu： | 554 |
| 9) | StatFrqVoltModel： | 485 |
| 8) | 磁束フィードバック： | 306 |
| 7) | トルク指令： | 291 |
| 6) | 速度フィードバック： | 289 |
| 5) | 速度指令： | 278 |
| 4) | RecControl Flag2： | 160 |
| 3) | RecControl Flag1： | 264 |
| 2) | InvControl Flag1： | 265 |

1) 状態フラグ : 569

サンプルレートは 5 msec に設定します。これはデフォルトで、最速サンプルレートを指定します。トリガ後に記録する後サンプルは 10%とします。何らかの故障が生じたときに、シングルトリガをかけることとします。

1. 「診断」ソフトキー(「F9」キー)を押します。
2. 「診断設定」ソフトキー(「D_SETUP」「F8」)キーを押し、診断設定のプログラミングを開始します。
3. カーソルを使って「Trace 1」を強調表示させ、プログラミングを開始するために「入力」キーを押します。パラメータリストをスクロールして「Diagnostics – DrvStatus Flag1 (569)」を見つけます。これを「Trace 1」として割り付けます。
4. 「Trace 2」から「Trace 16」までを上記の手順で割り付けます。「Trace 4」を終えたとき、「下向きカーソル」キーを押すだけで、「Trace 5」～「Trace 8」、「Trace 9」～「Trace 12」、「Trace 13」～「Trace 16」の画面に次々と切り替えることができます。
5. トリガパラメータの前に「S」という文字が現れるまで「トリガ」ソフトキー(「TRIGGER」)を押し続けます。
6. 「レート」ソフトキー(「RATE」)を押してトレンドのサンプリングレートをプログラムします。この例では「0 msec」と設定します。
7. 「データ」ソフトキー(「DATA」)を押して故障発生時のトリガレベルを設定します。これは 8 に設定します。トリガを警告または故障に設定する必要がある場合は、18 に設定してください。
8. 「条件」ソフトキー(「COND」)を押してトリガレベルのロジックをプログラムします。この例では「OR」条件の「+」と設定します。
9. 「後サンプル」ソフトキー(「POST」)を押して、トリガをかけた後に記録するサンプル数(バッファ容量に対する割合)を設定します。この例では「20%」に設定します。残りの 80%分のサンプルはトリガをかける前に記録されます。

これらの設定をプログラムしたら、ドライブのトレンドを参照することができます。トレンドデータは次に故障が起きたときに収集されます。

次のテストは、ドライブに高圧入力が印加されたときに相回転を確認するテストです。ドライブに電源を投入する前に、盤内に異物や工具などが残っていないことを丹念に確認する必要があります。それに加えて、先に進む前に、保護柵や保護カバー類がすべて元どおりに取り付けられていることも確認する必要があります。ドライブを必ずシステム・テスト・モードから、通常の操作モードに戻してください。

### 4.18.7 入力相回転チェック

ACB (信号調整基板)上には 9 点の電圧測定ポイントがあります。この測定ポイントを使って各電圧接続を個別にチェックすることができます。

これらの測定ポイントには、次に示すようにラベルを貼られています。

表 4.C　ACB の測定ポイントと対応する電圧信号

| 測定ポイント | 絶縁変圧器：次側位相とブリッジ | | V2uv (2U)を基準とした相対位相 |
|---|---|---|---|
| V2uv | 2U | マスター | – |
| V2vw | 2V | マスター | -120° |
| V2wu | 2W | マスター | -240° |
| V3uv | 3U | スレーブ 1 | -20° |
| V3vw | 3V | スレーブ 1 | -140° |
| V3wu | 3W | スレーブ 1 | -260° |
| V4uv | 4U | スレーブ 2 | +20° |
| V4vw | 4V | スレーブ 2 | -100° |
| V4wu | 4W | スレーブ 2 | -220° |

これらの測定ポイントは、すべて基板上のアナログ接地端子(AGND)または低圧制御部の TE 接地端子との間で計測できます。「V2uv」を(波形に関するトリガの)基準として用い、上表を使って他のすべての測定ポイントを確認します。位相差をチェックするときのオシロスコープの基準点は、波形がゼロラインと交差する点を採用するのが容易です。

次の関係について必ず確認してください。

1. 各ブリッジ(個々の 2 次巻線)の V 相と W 相が、U 相に対してそれぞれ 120°、240°遅れていること。
2. 3U 相、3V 相、および 3W 相が、それぞれ 2U 相、2V 相、および 2W 相に対して 20° (-20°)遅れていること。
3. 4U 相、4V 相、および 4W 相が、それぞれ 2U 相、2V 相、および 2W 相に対して 20° (+20°)進んでいること。

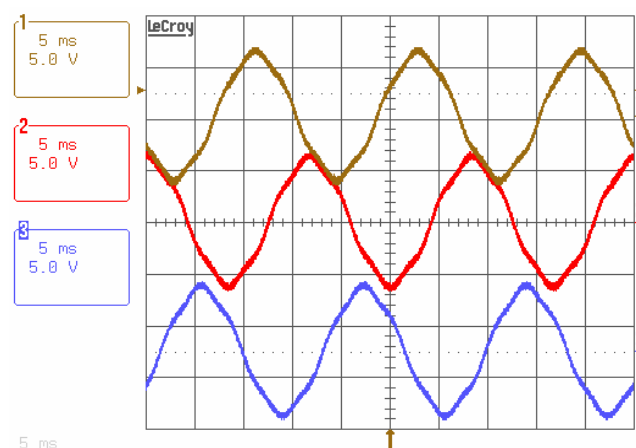



図 4.22　CH1：2Vuv、CH2：2Vvw、CH3：2Vwu

60 Hz のシステムの場合、360° = 16.7 msec。
50 Hz のシステムの場合、360° = 20 msec。

図 4.23は、位相回転チェックを視覚的に表したものです。

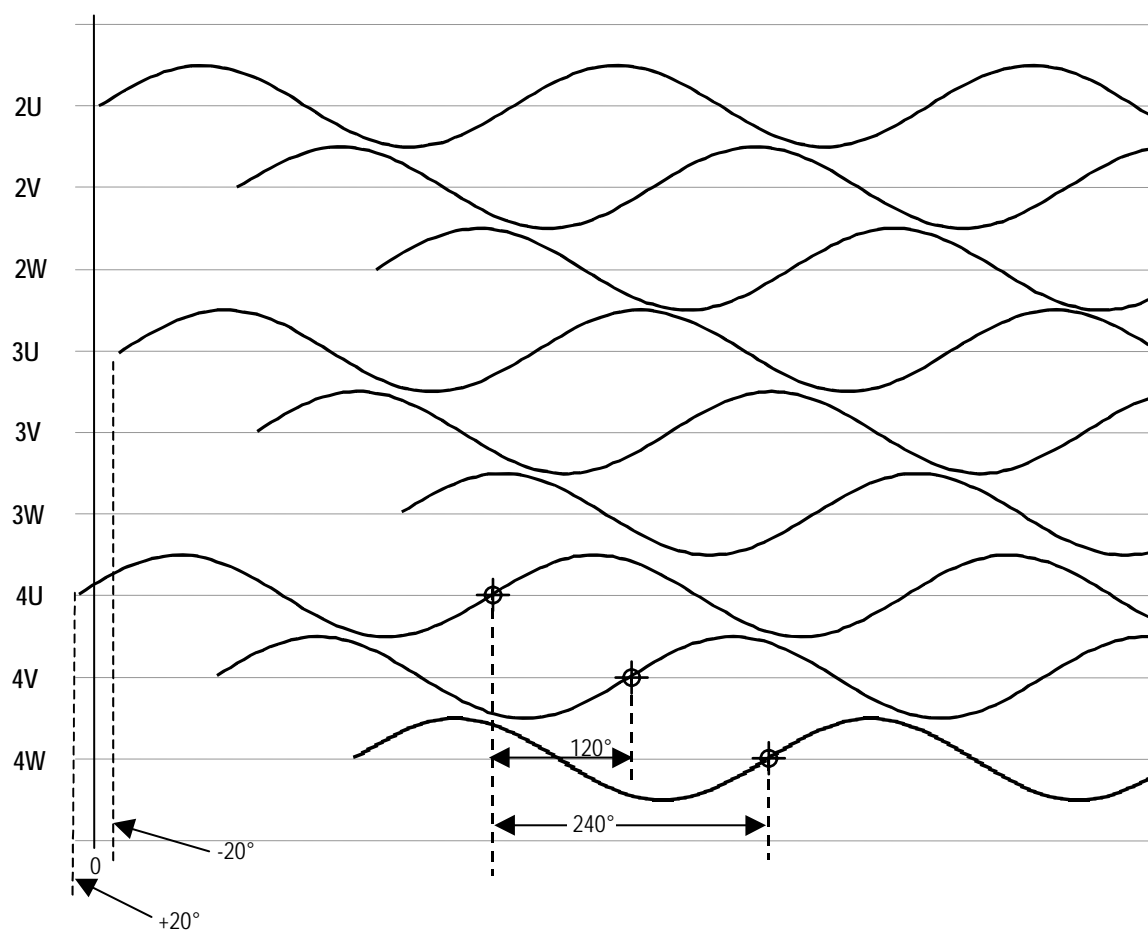



図 4.23　18 相ドライブの位相シーケンス

## 4.19 直流電流テスト

このテストは、DC リアクトルの接続、ならびに絶縁変圧器の相回転の確認を補助します。このテストでは、コンバータの直流出力電流を高めながら、ドライブの直流電流のテストと、電源側のアルファ角変数および Idc1 測定ポイントのモニタリングを行ないます。以下に直流電流テストの詳しい手順を示します。

**以下の手順説明では、PV550 の画面を例に挙げています。実際の画面は、表示例とは異なる場合があります。**

アクセスレベルが「サービス」であることを確認します。

「最上位メニュー」画面で「設定」(「F8」)を押し、「入力」キーを押します。もう一度「入力」キーを押して「特性選択」グループを選択します。

先頭行の「操作モード」が反転表示されます。「入力」キーを押します。スクロールして直流電流オプション(DC 電流)を強調表示させ、「入力」キーを押します。「終了」(「F10」)キーを何度か押して「最上位メニュー」画面に戻ります。NVRAM に保存するかどうかを尋ねるメッセージが表示されますが、保存する必要はありません。

「画面」(「F4」)キーを押し、スクロールダウンして「電流制御」グループを強調表示させます。「入力」キーを押してから、「変更」(「F7」)キーを押します。スクロールダウンして「IDC テスト信号 (P119)」を選択し、「入力」キーを押します。「0.1 pu」と入力して「入力」キーを押します。「終了」(「F10」)キーを 2 回押し、「PREV PG」を押します。次のページに示すように、電源側のアルファ角の値が表示されます。

始動ボタンを押すと、ドライブが直流回路に 0.1 pu (定格電流の 10%)の電流を流し込みながら運転を開始します。このときの電源側のアルファ角は約 90～92°です。

この同じ画面で「直流電流指令(P321)」および「直流電流フィードバック(P322)」の値もチェックできます。ここで、「直流電流指令(P321)」が 0.100 pu になっていること、および「直流電流フィードバック(P322)」がほぼ同じ値であることを確認します。Idc 偏差がほぼゼロになっていることを確認してください。

直流電流(Idc)の波形は、ACB (信号調整基板)上の T21 (Idc1)測定ポイントで見ることができます。この測定ポイントでは、6 相ドライブの場合、1 周期に 6 つのリップルが観察されます。波形には 0.1 pu の Idc ごとに 0.5V のオフセットがあり、さらにリップル間でゼロに落ちない必要があります。ゼロに落ちる場合は、DC リアクトルの接続に問題があります。トラブルシューティングのセクションのサンプル波形を参照してください。

「変更」(「F7」)キーを押して Idc を 0.2 pu に増加させ、この手順を繰り返します。18 相の場合は 0.7 pu まで 0.1 pu ずつ、PWM の場合は 0.3 pu まで 0.1 pu ずつ上げていき、各ステップで電流の増加を確認します。PWMR の場合、直流電流テストは 0.3 Idc 指令までに制限されます。変圧器/ドライブへの入力のどこかに電流計があれば電流値をチェックし、所定の電流が通電していることを確認します。

すべてに満足できたら、IDC 電流値を 0.1 pu ずつ下げ、ゼロにした後、ドライブを停止します。「特性選択」パラメータグループに戻り、操作モードを「通常」に戻します。

## 4.20 チューニング手順

「B」フレーム PowerFlex 7000 高圧ドライブには、接続される電動機と負荷に適合するようにチューニングを施す必要があります。3 つのドライブ機能のチューニングが必要です。これらの 3 つの機能を、通常の実行順序で次に示します。

1. 電流調整器
2. 電動機インピーダンス
3. 磁束速度調整器

最初の 2 つの機能は電動機の試験データを使ってチューニングできますが、3 番目の機能のチューニングでは電動機を回転させる必要があります。ドライブのチューニングが完了できない場合、手動で行なう必要があります。

**注**：

1. 完全に手動でチューニングを行なうには、少なくとも「サービス」レベルのアクセスが必要です。「サービス」レベルのアクセス権がない場合は、弊社営業所にご照会ください。
2. 次の各パラメータがデフォルト値に設定されていることを確認してください。
    - 転流インダクタンス(P140)
    - DC リアクトル時定数(P115) (T DC Link)
    - 固定子抵抗(P129) (R Stator)
    - 総洩れインダクタンス(P130) (L Total Leakage)
    - Lm Rated (P131)
    - 回転子時定数(P132) (T rotor)
    - 総イナーシャ(P82) (Total Inertia)
    - 直軸励磁インダクタンス(P418) (Lmd)

### 4.20.1 電流調整器

電流調整器のチューニングでは、「電流制御」グループ内の「*転流インダクタンス* (140)」パラメータと「*DC リアクトル時定数* (115)」パラメータを計算します。

- **転流インダクタンス**

*転流インダクタンス*は、転流ノッチを補償するために電源電圧を演算処理するソフトウェアで使われます。また、電源電圧と負荷のどのような条件下でも適切な回生運転ができるように、コンバータの遅れ角のリミットを計算するためにも使われます。「*転流インダクタンス*」パラメータが正しく調整されていないと、演算処理された電源電圧値が歪み、電源の同期化故障を引き起こす原因になることがあります。

「*還流インダクタンス*」パラメータは、ドライブを直流電流テストモードで運転中にチューニングします。*転流インダクタンス*は工場の社内試験でチューニングしますが、その値は入力変圧器と(もしある場合は)高調波フィルタのインピーダンスによって決まるため、試運転調整時に再度チューニングする必要があります。

- **電流調整器**

電流調整器のチューニングは 3 つのパラメータを使って行われます。そのうち 2 つが「*電流制御*」グループにあり、1 つは「*ドライブハードウェア*」グループにあります。

1. 電流調整器バンド幅 *CurReg Bandwidth*
2. DC リアクトル時定数 *T DC Link*
3. DC リアクトルインダクタンス(pu) *DCLnk Induct pu*

この 3 つのパラメータのうち「*DC リアクトルインダクタンス (pu)*」は銘板のデータから計算します。「電流調整器バンド幅」はデフォルト値の 200 rad/sec に設定します。「*DC リアクトル時定数*」だけは値が不明なため、計測する必要があります。電流調整器は工場試験時にチューニングしていますが、DC リアクトル時定数がドライブの入力側変圧器のインピーダンスによって影響されるため、試運転調整時に再度チューニングする必要があります。

電流調整器は、次の手順でオートチューニングできます。

**電流調整器のオートチューニング**

1. 「*ドライブハードウェア*」および「*電動機定格*」グループ内のパラメータが正しい値に設定されていることを確認します。

2. オートチューニング(「Autotuning」)内のパラメータ「*AT 選択*」を「*Rectifier*」(「電流調整器」)に設定します。ドライブが*直流電流*テストモードに入ります。電流調整器バンド幅は「*ATDC 電流バンド幅* (P212)」の値に設定されます。

3. ドライブを始動させます。直流電流が 0.2 pu まで増加し、そのレベルで数秒間維持されます。ドライブがこの状態でのデータを記録し、その後ほぼ定格値まで電流をステップ状に増加させます。そのレベルで数秒間維持した後、ドライブが再度計測値を記録し、電流をゼロまでステップ状に減少させます。電流調整器バンド幅が、元の値に再設定されます。ドライブが記録したデータから「*Autotune L Input* (P217)」および「*Autotune T DCLnk* (P218)」を計算します。チューニングの最後に、「*転流インダクタンス*」は「*Autotune L Input*」の値に、「*DC リアクトル時定数*」は「*Autotune T DCLnk*」の値にそれぞれ設定されます。チューニング中に範囲外の値を検出すると、ドライブは次に示す警告を生成します。その場合はチューニングを再試行してください。再試行しても警告が生成される場合は、ドライブを手動でチューニングして結果を検証します。

   電流調整器のチューニング中に生成される可能性がある警告と、その意味は次のとおりです。

   L Input Low – 計測された転流インダクタンスの値が 0.02 pu 未満であることを示しています。転流インダクタンスを、下記の方法で手動チューニングする必要があります。

   L Input High – 計測された転流インダクタンスの値が 0.5 pu より大きいことを意味します。転流インダクタンスを、下記の方法で手動チューニングする必要があります。

   T DC Link Low – 計測された DC リアクトル時定数が 0.020 秒未満であることを示します。以下に説明する手動手順で、電流調整器のステップ応答をチェックしてください。

T DC Link High – 計測された DC リアクトル時定数が 0.150 秒を上回っていることを示します。以下に説明する手動手順で、電流調整器のステップ応答をチェックしてください。

**注意**：以下に示す画面は表示例です。実際の画面は、表示例とは異なる場合があります。

### 電流調整器の手動チューニング

1. 「*特性選択*」内の「*操作モード*」を「*直流電流*」に設定して直流電流テストモードに入ります。
2. 「電流制御」内の「*Input Impedance*」パラメータがデフォルト値以外の場合、値を初期値(0.05 pu)に設定します。

「電流制御パラメータ」画面

3. 入力接触器を閉じてドライブに電源を投入します。
4. 「*Rec Input Voltage* (P696)」パラメータを見て電流調整器の入力電圧の値を記録します。この値が$V_{in0}$になるようにします。
5. SCRドライブの場合は、「電流制御」で「*直流電流テスト信号 (Idc Command Test)*」パラメータを 0.800 puに設定します。6 相PWMドライブでは、このパラメータは 0.300 puに設定します。この値が$I_{dc}$になるようにします。
6. ドライブを始動し、状態が安定するまで数秒間待ちます。
7. 「Rec Input Voltage (P696)」パラメータを見て電流調整器の入力電圧の値を記録します。この値が$V_{in1}$になるようにします。
8. PWM ドライブの入力インピーダンスは、次の式で計算します。

$$L_{in} = \frac{V_{in0} - V_{in1}}{I_{dc} + C_{in}(V_{in0} - V_{in1})} \Rightarrow \textit{for}\ \text{PWM}\ \textit{drives}$$

$C_{in}$は、「*電源側フィルタコンデンサ (Line Filter Cap)* (P133)」で特定される入力フィルタコンデンサの値です。

9. SCR ドライブの入力インピーダンスは、次の式で計算します。

$$L_{in} = \frac{3(V_{in0} - V_{in1})}{I_{dc}} \Rightarrow \textit{for SCR drives}$$

10. ドライブを停止します。「*操作モード*」パラメータを「*通常*」に設定し、「*Idc テスト信号* (P119)」パラメータをゼロにします。

### DC リアクトル時定数(P115)の手動チューニング

「*DC リアクトル時定数*」パラメータの値は、*直流電流*テストモードの電流調整器ステップ応答から決定できます。以下の手順でチューニングを実行します。

1. 「*ドライブハードウェア*」グループと「*電動機定格 (Motor Ratings)*」グループ内の全パラメータが、正しい値に設定されていることを確認します。値が正しくないと、「*電流制御*」グループ内の「*DC リアクトルインダクタンス*」パラメータの計算値が正しい値になりません。
2. 「*特性選択*」内の「*操作モード*」パラメータを「*直流電流*」に設定して直流電流テストモードに入ります。

「電流制御パラメータ」画面

3. 「*電流制御*」内の「*Idc テスト信号* (P119)」パラメータを、PWM コンバータドライブでは 0.225 pu、SCR ドライブでは 0.400 pu に設定します。
4. 「*電流制御*」内の「*電流調整器バンド幅* (P113)」パラメータを 100 rad/sec に設定します。通常のバンド幅より狭くするとステップ応答が計測しやすくなります。
5. 「*電流制御*」内のパラメータ「*DC リアクトル時定数* (P115)」パラメータを 0.020 sec に設定します。この値は正常値の範囲内で最小値であり、臨界応答を下回る応答になります。
6. 「*電流制御*」グループ内のパラメータ「*直流電流指令* (P321)」および「*直流電流フィードバック* (P322)」をドライブ制御基板(DPM)の 2 つの測定ポイント(「RTP1」と「RTP2」)に割り付けます。これは本章で前述したメータ割り付けと同様の方法で行なうことができます。その結果、これらをオシロスコープで見ることができるようになります。
7. ドライブを始動します。「*電流制御*」内の「*直流電流指令ステップ* (P120)」パラメータを、PWM コンバータドライブでは 0.075 pu、SCR ドライブの場合は 0.200 pu に設定します。直流電流はこの値で、ステップアップ、ステップダウンを一定間隔で繰り返します。
8. オシロスコープのトリガを直流電流指令の立ち上がり点に調整し、他のチャンネルの直流電流フィードバックを観察します。DC リアクトル時定数を低く設定したため、ステップ応答には明示的なオーバシュートがあります。

9. 「*DC リアクトル時定数*」パラメータを調整し、フィードバックが 10 ms で最終値の 63%まで立ち上がるようにします。オーバシュート量は極めて小さくなっているはずです。「*DC リアクトル時定数* (P115)」を増加させると立ち上がり時間が長くなります。望ましいステップ応答が臨界応答をやや下回っているため、「*DC リアクトル時定数* (P115)」はオーバシュートが消える値を超えていてはなりません。

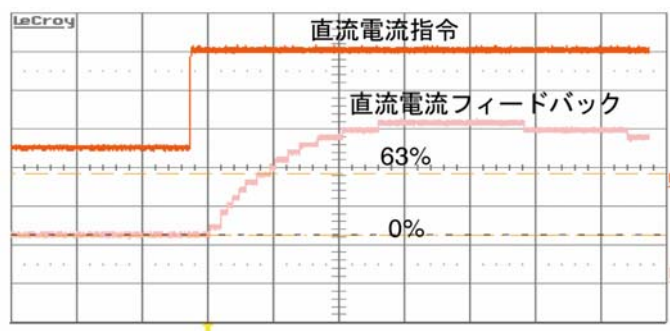



図 4.24 電流調整器が正しくチューニングされていない場合

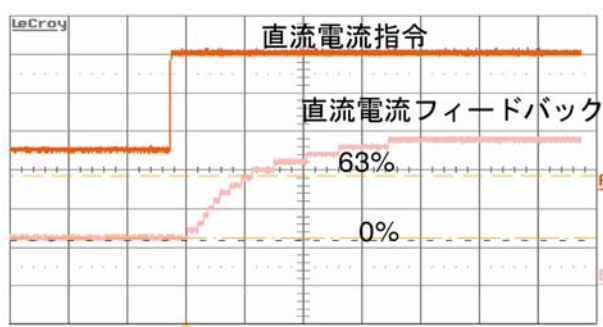



図 4.25 電流調整器が正しくチューニングされている場合

10. 「*電流調整器バンド幅* (P113)」パラメータを通常値の 200 rad/sec に設定します。この状態で電流フィードバックの立ち上がり時間が約 5 msec となり、顕著なオーバシュートもないことを確認します。
11. 「*直流電流指令ステップ*(P120)」パラメータをゼロに設定します。直流電流が、「*Idc テスト信号* (P119)」で指定される安定レベルに戻ります。
12. ドライブを停止します。「*操作モード*」パラメータを「*通常*」に設定し、「*Idc テスト信号* (P119)」をゼロ(0.000pu)にします。

### 4.20.2 電動機インピーダンス

電動機インピーダンスのチューニングでは、「電動機モデル(Motor Model)」内の「*固定子抵抗* (P129)」パラメータと「*総洩れインダクタンス* (P130)」パラメータの値を計算します。これらのパラメータは、ハードウェア内で回転子磁束を演算するときに使われます。このパラメータが正しく調整されていないと、磁束フィードバックに歪みを生じ、その結果速度フィードバックあるいは電動機の同期化に誤差を生じる恐れがあります。これらのパラメータの値は、電動機のパラメータによって影響されるだけでなく、ケーブル亘長によっても影響されるため、試運転調整のときにチューニングする必要があります。チューニングには、電動機のテストレポートを使います。

**下記のステップで、電動機が逆回転を起こす可能性があります。装置の損傷を保護するために、テストを進める前に電動機を負荷から切り離し、回転方向を確認することを推奨します。逆回転が許容されない機器の場合、この確認は必須です。**

次にオートチューニングの手順を示します。

**電動機インピーダンスのオートチューニング**

1. 電動機のテストレポートを確認します。電動機が回転中であれば、テスト結果は正しくありません。回転子をロックしておく必要はありません。
2. 「*オートチューニング*」内の「*AT 選択* (P209)」パラメータを「*電動機インピーダンス (Motor Impedance)*」に設定します。
3. ドライブを始動させます。テストの前半では、出力周波数はゼロです。電動機電流は 0.6pu まで数秒間、ランプ上昇します。この段階で固定子抵抗の値が計算されます。その後、電流はゼロまでランプ降下します。
4. テストの後半では、電動機電流は 1.0pu で、出力周波数が定格まで数秒間、ランプ上昇します。このテストでは電動機トルクがわずかながら出るため、数回転することがあります。この段階では、「*総洩れインダクタンス*」の値が計算されます。電流がランプ降下し、「*AT 選択*」パラメータが「*Off*」に設定されます。

「*AT 固定子抵抗* (P219)」パラメータが、固定子抵抗の計測値に設定されます。「*電動機モデル (Motor Model)*」内のパラメータ「*固定子抵抗* (P129)」は「*AT 固定子抵抗*」と同じ値に設定されます。テストが失敗するか、値が範囲外になると、失敗の原因を示す警告が生成されます。

「*AT 洩れインダクタンス* (P220)」パラメータは、計測された洩れインダクタンス値に設定されます。「*電動機モデル*」内の「*総洩れインダクタンス* (P130)」パラメータは、「*AT 洩れインダクタンス*」と同じ値に設定されます。テストが失敗したら、失敗の原因を示す警告が生成されます。

このテストで生成される可能性がある警告は、次のとおりです。

R stator High – 電動機までの配線亘長が極めて長く、電動機の固定子抵抗が増加することが原因と考えられます。固定子抵抗が 0.50 pu を超えている場合、ドライブは運転できません。

L Leakage Low – 計測された洩れインダクタンスが 0.10 pu 未満であることを示します。次の原因が考えられます。

1. 電動機がドライブの定格よりもはるかに大きく、銘板のパラメータが実際の電動機定格と対応していない。
2. 電動機の設計上の理由により、この方法では洩れインダクタンスを正しく計測できない。この場合は、電動機のテストレポートの漏れインダクタンス値を採用します。それが不可能な場合、「*総洩れインダクタンス*」パラメータは、デフォルト値の 0.20 pu に設定しなければなりません。

L Leakage High – 計測された洩れインダクタンスが 0.35 pu を超えていることを示しています。次の原因が考えられます。

1. 亘長が長い電動機配線のインダクタンスによって、電動機の見掛け上の洩れインダクタンスが増加している。このケースでは通常、計測された洩れインダクタンスが正確です。
2. 電動機のサイズが非常に小さい。通常、電動機のサイズが小さいほど、洩れインダクタンスは増大します。
3. 電動機の設計上の理由により、この方法では洩れインダクタンスを正しく計測できない。この場合は、電動機のテストレポートの洩れインダクタンス値を採用します。それが不可能な場合、「*総洩れインダクタンス*」パラメータは、デフォルト値の 0.20 pu に設定しなければなりません。

### 4.20.3 磁束速度調整器(誘導電動機用)

**注意**：同期電動機を使用している場合は、「磁束速度調整器(同期電動機用)」を参照してください。

この方法は、磁束調整器と速度調整器のオートチューニングを 1 つにまとめたものです。「*電動機モデル*」グループ内の「*Lm Rated* (P131)」パラメータと「*回転子時定数* (P132)」パラメータ、および「*速度制御*」グループ内の「*総イナーシャ* (P82)」パラメータの値を計算します。

**注意**：このオートチューニングでは、電動機を「*AT 速度信号*」で設定した速度で運転します。デフォルトの速度は 30Hz です。このオートチューニング中には、必ず電動機の回転を確認してください。電動機の回転は物理的に検証できるほか、「*FlxFbk VoltModel* (P342)」のモニタリングを通じて検証することもできます。回転が停止すると、チューニングパラメータの値を正しく計算できないことがあります。その場合は、「*Lm Rated*」、「*回転子時定数*」、および「*総イナーシャ*」をデフォルト値に設定して、チューニングを再試行してください。

- **磁束調整器**

誘導電動機用の磁束調整器のチューニングは、次の 3 つのパラメータによって行われます。

1. 「磁束制御」内の「磁束調整器バンド幅」
2. 「電動機モデル」内の「Lm Rated」
3. 「電動機モデル」内の「回転子時定数」

「*磁束調整器バンド幅*」は、ほぼすべての用途でデフォルト値の 10 r/s に設定します。「*Lm Rated*」と「*回転子時定数*」は通常不明であり、計測しなければなりません。この 2 つの電動機パラメータの値は運転条件によって大幅に変動しますが、この変動が磁束制御器の制御機能に顕著に影響を与えることはありません。

磁束調整器にはもう 1 つ、電動機磁束が電動機の回転数によって変化するという特徴があります。これは次の 2 つのパラメータで決定されます。

1. 「*磁束制御*」内の「*基準速度*」
2. 「*磁束制御*」内の「*FlxCmd RatedLoad*」

ほとんどの用途で、電動機は定格速度以下では磁束一定で、また定格速度を超えたところでは定格電圧一定で運転されます。電動機磁束レベルは通常、定格速度、全負荷という条件において定格電圧を発生する値に設定されます。この条件を満たす磁束レベルにするのが、電動機パラメータの役割です。磁束調整器のオートチューニングは全負荷、定格速度において電動機定格電圧を実現する回転子の磁束値を決定し、磁束信号パラメータをこの値に設定します。

- **速度調整器**

速度調整器のチューニングは「*速度制御*」グループ内の次の 2 つのパラメータによって決定されます。

1. 磁束調整器バンド幅
2. 総イナーシャ

「*速度調整器バンド幅*」パラメータは用途からの要求によって決定された値に設定されますが、「*総イナーシャ*」パラメータは通常不明なため、計測する必要があります。オートチューニングは、電動機に低周波の正弦波トルク摂動を与えたときに生じる速度変動を計測して総イナーシャを決定します。イナーシャ計測は、ドライブがトルクリミットに引っかからない限り、負荷トルクによって影響を受けることはありません。電動機と負荷を含む総イナーシャを計測するため、電動機から負荷を切り離していけません。

磁束速度調整器のオートチューニングは、次の手順で行ないます。

**磁束速度調整器のオートチューニング(誘導電動機用)**

1. 「*電動機定格 (Motor Rating)*」内の「*電動機定格回転数* (P26) (Rated Motor RPM)」パラメータと「*電動機モデル(Motor Model)*」内の「*総洩れインダクタンス* (P130)」パラメータを正しい値に設定します。「*オートチューニング*」内の「*AT 速度信号* (P213)」パラメータと「*AT トルクステップ* (P215)」パラメータがデフォルト値に設定されていることを確認します。
2. 「*オートチューニング*」内のパラメータ「AT 選択 (P209)」から「*FluxSpeed Reg*」を選択します。

3. ドライブを始動します。電動機は通常パラメータ「*AT 速度信号* (P213)」で指定している速度まで加速していきます。電動機の励磁インダクタンスが計測された電流と磁束フィードバックから計算され、「*AT 励磁インダクタンス* (P221)」パラメータにその値が設定されます。磁束指令はそれから定格速度、全負荷において定格電圧を発生する値に設定されます。その結果、磁束レベルにおいて生じた変更によって励磁インダクタンスの変更が生じます。この過程が、励磁インダクタンスと磁束信号に変化が生じなくなり安定するまで繰り返されます。
4. 磁束調整器のオートチューニングが完了すると、ドライブは数秒間待機します。その後、「*AT トルクステップ* (P215)」パラメータで指定される正弦波状の摂動がトルク信号に重畳され、速度変動が生じます。初期の過渡現象がおさまったら(通常は数秒程度かかります)トルクと速度の変動が計測され、*総イナーシャ*が計算されます。その後、トルクの摂動が取り除かれてドライブが通常停止します。

「*AT 励磁インダクタンス* (P221)」パラメータは、計測された励磁インダクタンスに設定されます。「磁束信号(Flux Command)」内の「*基準速度磁束信号* (P100)」パラメータは、定格速度、全負荷時に定格電圧を発生する値に設定されます。「*AT 回転子時定数* (P222)」パラメータの値は、「*Lm Rated*」パラメータと「*電動機定格回転数* (P26)」パラメータ(これは定格すべりから求められます)から計算されます。オートチューニングに成功したら、「*電動機モデル*」内の「*Lm Rated* (P131)」パラメータは「*AT 励磁インダクタンス* (P221)」と同じ値に設定され、「*電動機モデル*」内の「*回転子時定数* (P132)」パラメータは「*AT 回転子時定数* (P222)」と同じ値に設定され、磁束調整器のゲインが再計算されます。さらに、「速度制御」内の「*総イナーシャ* (P82)」は「*AT イナーシャ*」と同じ値に設定され、速度調整器のゲインが計算されます。

オートチューニングが失敗したら、失敗の原因を示す警告が生成されます。生成される可能性がある警告は次のとおりです。

L Magnetize Low – 計測された励磁インダクタンスの値が 1.0 pu 未満であることを示します。この警告の狙いは、励磁インダクタンスの値が通常よりも低いことに注意を喚起することです。原因としては、電動機がドライブの定格よりもはるかに大きく、銘板のパラメータが実際の電動機定格と対応していないことが考えられます。

L Magnetize High – 計測された励磁インダクタンスが 10.0 pu を超えていることを示しています。この警告の狙いは、励磁インダクタンスの値が通常よりも高いことに注意を喚起することです。原因としては、電動機がドライブの定格よりもはるかに小さく、銘板のパラメータが実際の電動機定格と対応していないことが考えられます。磁束調整器を、後述する方法で手動チューニングする必要があります。

T Rotor Low – 計算された回転子時定数の値が 0.2 sec 未満であることを示しています。これは「*Lm Rated*」または「*電動機定格回転数* (P26)」の値が非常に小さいことによって起こります。

T Rotor High – 計算された回転子時定数の値が 5.0 sec を超えていることを示しています。これは「*Lm Rated*」または「*電動機定格回転数* (P26)」の値が非常に大きいことによって起こります。

Regulator Limit – トルク信号が「*力行側トルクリミット(Trq Limit Motoring)*」または「*制動側トルクリミット(Trq Limit Braking)*」を超えていることを示します。計測されたイナーシャの値は正しくありません。「*AT トルクステップ*(P215)」パラメータまたは「*AT 速度信号*(P213)」パラメータを低い値に再設定し、テストをやり直す必要があります。

Tuning abort – 電動機速度の偏差が 10Hz を超えていることを示します。計測されたイナーシャの値は正しくありません。「*AT トルクステップ*」パラメータを低い値に再設定して、テストをやり直す必要があります。

Inertia high – 計測された総イナーシャが 20 sec を超えていることを示します。この警告の狙いは、イナーシャが通常よりもはるかに大きいことに注意を喚起することです。大きなファンのように非常に大きなイナーシャの負荷では、計測値が正しい結果を示している場合もあります。その場合は、「*総イナーシャ*」パラメータを手動で「*AT イナーシャ*」と同じ値に設定する必要があります。ただし、大きなイナーシャは「*AT トルクステップ*」が非常に小さい場合にも生じることがあります。

**磁束調整器の手動チューニング(誘導電動機用)**

1. 指令信号を 20～30Hz の値になるように調整します。
2. ドライブを始動させ、設定した速度まで加速するのを待ちます。
3. 「*電動機モデル*」内のパラメータ「*励磁インダクタンス計測値*(P134)」の値を記録します。
4. ドライブを停止します。
5. 「*電動機モデル*」内のパラメータ「*Lm Rated*」に、記録した「*励磁インダクタンス計測値」の値を設定します。*
6. 次の式を使って、回転子時定数の概略値を計算します。

$$T_{rotor} = \frac{LmRated}{Rated\ Slip}$$

ここで、

$$Rated\ Slip = (2\pi Freqmotor) \times \frac{(Sync\ RPM - Rated\ RPM)}{Sync\ RPM}$$

「*電動機モデル*」内の「*回転子時定数*(P132)」パラメータを、計算した値に設定します。

**速度調整器の手動チューニング(誘導電動機用)**

速度調整器をオートチューニングできない場合は、速度調整器のステップ応答を次の手順で手動チューニングできます。正確な結果を得るには負荷トルクが変動せず、安定している必要があります。

1. 「*速度制御*」内の「*速度調整器バンド幅*(P81) (SpdReg Bandwidth)」を 1.0 rad/sec に設定します。

選択: 速度制御　1 ／ 1

| | | |
|---|---|---|
| 速度FBフィルタ | 10.0 | r/s |
| 速度調整器バンド幅 | 1.0 | r/s |
| 速度FBモード | センサレス | |
| 総加速時間 | 75.0 | sec |
| 総減速時間 | 69.0 | sec0 |
| イナーシャタイプ | 大 | |
| 総イナーシャ | 1.00 | sec |

| アラーム | | 次 頁 | 前 頁 | 終 了 |
|---|---|---|---|---|

「速度制御パラメータ」画面

2. 「*速度制御*」内の「*総イナーシャ*」パラメータを初期値の 1.0 sec (用途がポンプなど低イナーシャの場合)または 5.0 sec (ID ファンのような高イナーシャの場合)に設定します。
3. 「*速度制御*」グループ内の「*速度偏差* (P472) (Speed Error)」パラメータを、ドライブ制御基板(DPM)上の測定ポイント(「ITP1」など)に割り付けます。これは本章で前述したメータ割り付けと同様の方法で行なうことができます。これによりオシロスコープで表示できるようになります。
4. 指令信号を運転速度レンジのほぼ中程の値に調整します。
5. ドライブを始動させ、設定した速度まで加速するのを待ちます。
6. 「速度制御」内のパラメータ「*速度指令ステップ*」を 0.8 Hz に設定します。ドライブ速度は、この値でステップアップとステップダウンを一定間隔で繰り返します。0.8 Hz のステップは、測定ポイント上の 0.8V (800mV)に対応しています。エラーを捕捉するには、スコープの刻みを 1 分割あたり 200mV および 200 msec に設定します。図に示すように、スコープを負の端からトリガします。
7. 「*総イナーシャ*」パラメータの値を、図に示すように速度が 1 秒間で設定速度の 63%に到達するように調整します。応答時間が早すぎるときは、「*総イナーシャ*」が高く設定され過ぎていることを示しており、設定値を下げる必要があります。応答が遅すぎるときは、「*総イナーシャ*」が低く設定され過ぎているため、設定値を上げる必要があります。

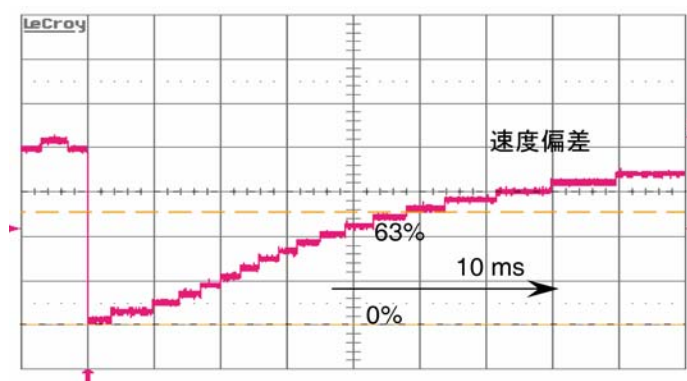



図 4.26　速度調整器を正しくチューニングした場合

8. 「*速度調整器バンド幅*」パラメータを、通常運転時の値に設定します。応答時間が速度調整器バンド幅の逆数に等しくなっており、ほとんどオーバシュートがないことを確認してください。たとえば、速度調整器バンド幅が 2 rad/sec に設定されている場合、0.5 sec で最終値の 63%速度まで上昇させる必要があります。

9. 「*速度指令ステップ*」パラメータをゼロに設定してドライブを停止します。

**総イナーシャの計算**

システムのイナーシャを計測できない場合でも、電動機と負荷の慣性モーメントが既知であれば計算することができます。「*総イナーシャ*」パラメータの値は、定格トルクで電動機と負荷のイナーシャを定格速度まで加速するのに要する時間として定義されます。この値は次の式で計算できます。

$$総イナーシャ = \frac{電動機と負荷イナーシャの合計(kg\text{-}m^2)\times 定格速度(rad/sec)^2}{定格出力(w)}$$

*あるいは*

$$総イナーシャ = 6.21\times 10^{-7}\,\frac{電動機と負荷イナーシャの合計(lb\text{-}ft^2)\times 定格速度(rpm)^2}{定格出力(hp)}$$

電動機と負荷の間にギヤが入っている場合には、負荷イナーシャとして、ギヤボックスの電動機側軸に換算した値を使わなければなりません。

## 4.20.4 磁束速度調整器(同期電動機用)

**重要** 磁束速度調整器をチューニングするには、その前にフィールド電流指令のアナログ出力を設定する必要があります。

**フィールド電流指令の設定**

同期電動機の励磁には、安定化フィールド電源(スリップリングやブラシレス直流電動機用の DC 電源、またはブラシレス交流電動機用の 3 相交流電源)が使用されます。ドライブは、フィールド電源への入力としてアナログ電流指令を供給します。アナログ電流指令は 0～10V の範囲内で、0V はフィールド電流ゼロ、10V は最大フィールド電流に対応します。アナログ電流指令のスケーリングは、電流指令と実際のフィールド電流との間に線形関係が成立するように調整する必要があります。これらの間に線形関係がないと、磁束調整器が不安定になる可能性があります。アナログ出力のスケーリングは、次の手順で調整します。

1. 「オートチューニング(Autotuning)」の変数「*Autotune Lmd*」に、フィールド電源の制御に使用されるアナログ出力(ACB Port 1 など)を一時的に割り当てます。

2. 「*Analog Output*」のアナログ出力スケールパラメータ(「Anlg Out1 Scale」など)を次のように設定します。

   **アナログスケール = フィールド電源の最大アナログ入力/10V**

3. 「*Autotune Lmd*」の値を 10.00 に設定します。フィールド電源の指令入力が最大値になっていることを確認します。必要であれば、アナログ出力のスケーリングパラメータを調整します。

4. フィールド電源をオンにして、フィールド電流が最大値になることを確認します。必要であれば、フィールド電流値が定格をやや上回るようにフィールド電源を調整します。

**注意**：静止している電動機に最大フィールド電流を流し続けると、励磁機が損なわれる可能性があります。電流調整はできる限り短時間で済ませてください。

5. フィールド電源をオフにします。「磁束制御」の変数「*I Field Command*」に、フィールド電源の制御に使用されるアナログ出力(ACB Port 1 など)を一時的に割り当てます。以上でフィールド電流指令の設定は完了です。これで、磁束速度調整器のチューニングを開始できます。

**磁束速度調整器のオートチューニング(同期電動機用)**

同期電動機用の磁束速度調整器のチューニングは、次のパラメータによって行われます。

1. 「磁束制御」内の「磁束調整器バンド幅」
2. 「電動機モデル」内の「Lm Rated」
3. 「電動機モデル」内の「回転子時定数」
4. 「電動機モデル」内の「直軸励磁インダクタンス」
5. 「速度制御」内の「磁束調整器バンド幅」
6. 「速度制御」内の「総イナーシャ」

磁束速度調整器のチューニングでは、「*電動機モデル*」グループ内の「*Lm Rated* (P131)」パラメータと「*回転子時定数* (P132)」パラメータ、および「*速度制御*」グループ内の「*総イナーシャ* (P82)」パラメータの値を計算します。この方法は、磁束調整器と速度調整器のオートチューニングを 1 つにまとめたものです。

**注意**：*このオートチューニングでは、電動機を「AT 速度信号」で設定した速度で運転します。デフォルトの速度は 30Hz です。このオートチューニング中には、必ず電動機の回転を確認してください。電動機の回転は物理的に検証できるほか、「FlxFbk VoltModel (P342)」のモニタリングを通じて検証することもできます。回転が停止すると、チューニングパラメータの値を正しく計算できないことがあります。その場合は、「Lm Rated」、「回転子時定数」、および「総イナーシャ」をデフォルト値に設定して、チューニングを再試行してください。*

- **磁束調整器**

磁束調整器バンド幅は、ほぼすべての用途でデフォルト値に設定します。「*Lm Rated*」、「*直軸励磁インダクタンス*」、「*回転子時定数*」、および「*総イナーシャ*」は通常不明であり、計測しなければなりません。これらの電動機パラメータの値は運転条件によって変動しますが、この変動が磁束制御器の制御機能に顕著に影響を与えることはありません。

磁束調整器にはもう 1 つ、電動機磁束が電動機の回転数によって変化するという特徴があります。これは次の 2 つのパラメータで決定されます。

1. 「磁束制御」内の「基準速度 (P98) (Base speed)」
2. 「磁束制御」内の「基準速度磁束信号」

ほとんどの用途で、電動機は定格速度以下では磁束一定で、また定格速度を超えたところでは定格電圧一定で運転されます。電動機磁束レベルは通常、定格速度、全負荷という条件において定格電圧を発生する値に設定されます。この条件を満たす磁束レベルにするのが、電動機パラメータの役割です。磁束調整器のオートチューニングは全負荷、定格速度において電動機定格電圧を実現する回転子の磁束値を決定し、磁束信号パラメータをこの値に設定します。

- **速度調整器**

詳細は、誘導電動機用の速度調整器の説明を参照してください。

**注**： 位置エンコーダ付き電動機の場合、磁束速度調整器のオートチューニングは、エンコーダのフィードバックをオフにした状態で実行されます。これはエンコーダと回転子の直軸の位置合わせが、まだ行なわれていないことを前提とするからです。エンコーダのフィードバックをオフにすると始動トルクが軽減されるため、このテストは負荷を減らして実行する必要があります。エンコーダのオフセットも、電動機に負荷が適用されていない状態で測定すれば、最も正確な値が得られます。

**磁束速度調整器のオートチューニング(同期電動機用)**

磁束速度調整器は、電動機を一定速度で運転しながら、次の手順で調整します。

1. フィールド電流のアナログ指令が前述した要領で設定されていること、および「*総洩れインダクタンス*」パラメータが正しい値に設定されていることを確認します。
2. 「*オートチューニング*」内の「*AT 選択*」パラメータを「*FluxSpeed Reg*」に設定します。
3. ドライブを始動します。電動機は通常パラメータ「*AT 速度信号* (P213)」で指定している速度まで加速していきます。電動機の励磁インダクタンスが励磁電流指令と磁束フィードバックから計算され、「*AT 励磁インダクタンス*」パラメータにその値が設定されます。磁束指令はそれから定格速度、全負荷において定格電圧を発生する値に設定されます。その結果、磁束レベルにおいて生じた変更によって励磁インダクタンスの変更が生じます。この過程が、励磁インダクタンスと磁束信号に変化が生じなくなり安定するまで繰り返されます。位置エンコーダ付きの電動機の場合、計測された回転子磁束の位置とエンコーダのゼロ点間の角度が計算され、エンコーダと電動機の磁束を位置合わせするように「*Encoder offset*」パラメータの値が調整されます。

その後、フィールド電流指令は一定に維持され、回転子の励磁電流値の変化に対する磁束の応答が、「Ix コマンド」のステップアップとステップダウンを一定間隔で繰り返して測定されます。固定子電流のステップのサイズは、「*Autotune Isd Step*」パラメータで指定されます。ステップ応答の計測には、3 分間程度かかります。その間に、「*直軸励磁インダクタンス*」、「*回転子時定数*」、「*Lm Rated*」の各ステップパラメータが計算されます。

電動機の回転が指定された速度で安定すると、「*AT トルクステップ*」パラメータで指定される正弦波状の摂動がトルク信号に重畳され、速度変動が生じます。初期の過渡現象がおさまったら(通常おさまるまでに数秒かかります)トルクと速度の変動が計測され、総イナーシャが計算されます。その後、トルクの摂動が取り除かれてドライブが通常停止します。

「*磁束信号*」内の「*基準速度磁束信号*」パラメータは、定格速度、全負荷時に定格電圧を発生するように計算された値に設定されます。「*AT 回転子時定数*」パラメータと「*Autotune Lmd*」パラメータの値は、ステップ応答データから計算されます。

磁束調整器のオートチューニングが成功すると、「*電動機モデル*」内の「*Lm Rated*」パラメータは「*AT 励磁インダクタンス*」と同じ値に、「*回転子時定数*」パラメータは「*AT 回転子時定数*」と同じ値に、さらに「*直軸励磁インダクタンス*」パラメータは「*Autotune Lmd*」と同じ値に、それぞれ設定されます。さらに、「*速度制御*」内の「*総イナーシャ* (P63)」パラメータは、「*AT イナーシャ*」と同じ値に設定されます。磁束調整器のオートチューニングが失敗したら、失敗の原因を示す警告が生成されます。

L Magnetize Low – 計測された励磁インダクタンスの値が 1.0 pu 未満であることを示します。この警告の狙いは、励磁インダクタンスの値が通常よりも低いことに注意を喚起することです。最も可能性の高い原因としては、アナログフィールド電流指令のスケーリングが正しくないことが考えられます。

L Magnetize High – 計測された励磁インダクタンスが 15.0 pu を超えていることを示しています。この警告の狙いは、励磁インダクタンスの値が通常よりも高いことに注意を喚起することです。最も可能性の高い原因としては、アナログフィールド電流指令のスケーリングが正しくないことが考えられます。

T Rotor Low – 計算された回転子時定数の値が 0.2 sec 未満であることを示しています。

T Rotor High – 計算された回転子時定数の値が 5.0 sec を超えていることを示しています。

Regulator Limit – トルク信号が「*力行側トルクリミット(Trq Limit Motoring)*」または「*制動側トルクリミット(Trq Limit Braking)*」を超えていることを示します。計測されたイナーシャの値は正しくありません。「*AT トルクステップ*」パラメータまたは「*AT 速度信号*」パラメータを低い値に再設定し、テストをやり直す必要があります。

Tuning Abort – 電動機速度の偏差が 10Hz を超えていることを示します。計測されたイナーシャの値は正しくありません。「*AT トルクステップ*」パラメータを低い値に再設定して、テストをやり直す必要があります。

Inertia high – 計測された総イナーシャが 20.0 sec を超えていることを示します。この警告の狙いは、イナーシャが通常よりもはるかに大きいことに注意を喚起することです。大きなファンのように非常に大きなイナーシャの負荷では、計測値が正しい結果を示している場合もあります。その場合は、「*総イナーシャ*」パラメータを手動で「*AT イナーシャ*」と同じ値に設定する必要があります。ただし、大きなイナーシャは「*AT トルクステップ*」が非常に小さい場合にも生じることがあります。

# 4.21 実負荷運転

## 4.21.1 電動機始動トルク

PG やエンコーダなしで始動するとき、ドライブは約 3 Hz までの間はオープンループで運転し、その点でドライブは閉ループの速度制御に切り替わります。始動電流は 3 つのパラメータで設定されます。1 つは「Torque Commands 0 sensorless (P86)」、2 つ目は「Torque Commands 1 sensorless (P87)」です。前者は停動トルクを設定し、後者は「オープンループ制御」から「閉ループ制御」に切り替える転換点のトルクを設定します。3 つ目の「トルク信号最小値」は「Torque Commands 1 sensorless」とともに、転換点での速度のオーバシュートを最小化します。負荷を接続していない電動機を始動しようとしたり、あるいはオートチューニングをしようとするとき、デフォルトの始動トルクは電動機を始動させるのに十分な値となっています。ただし、デフォルト値は負荷を適用した電動機を始動するには、必ずしも十分ではありません。

始動トルクを増加しなければならないとき、また最初の運転時に電動機のストール故障を起こさないようにするときには、これらのパラメータで調整します。

## 4.21.2 仕様で定められた負荷条件での運転

ドライブが定格速度と定格負荷で運転できることを確認します。「トルク指令 (P291) (Torque Reference)」の値と、表示される電動機電流値をモニタします。トルクリミットに引っかからないで運転していれば、「トルク指令 (P291)」は「電動機側(正側)トルクリミット (P84) (Torque Limit Motoring)」のリミット値近くで運転しています。電動機電流が定格電流に達していないときは、「電動機側(正側)トルクリミット (P84)」を少しずつ増加させてください。「電動機側(正側)トルクリミット (P84)」を増加させても電動機電流と速度が増加しない場合は、ドライブの入力電圧が規定値を外れている可能性があります。

「電源側電圧平均値 (P135)」をモニタし、計測値が 1.03 pu 未満の場合はドライブのタップ設定を増加させます。「電源側電圧平均値 (P135)」の読取り値が 1.03～1.07 pu の範囲内に入っているのが適切です。「電源側アルファ角 (P327)」は定格速度、全負荷で運転中に 15°を超えていなければなりません。これはコンバータの位相角を示しています。変圧器のタップを上げると入力電圧が上昇します。

次ページの表にさまざまな負荷条件におけるデータを記入します。表中にデータを記録する代わりに、運転に関するパラメータを印刷するか、DriveTools やハイパーターミナルでキャプチャしてもかまいません。これは将来の参考データとして、すべての試運転調整記録とともに工場の高圧製品サポートグループに送る必要があります。

定格速度、定格負荷でのドライブの基準波形をキャプチャし、保存しておくことも推奨されます。そのような波形として推奨されるものを次に示します。

a) フィルタなしの ACB 電源側電圧(V2uv、V2vw、V2wu など)
b) フィルタなしの ACB 電源側電流(I2u、I2w など)
c) ACB DC リアクトル電流(Idc1)
d) フィルタなしの ACB 電動機電圧(Vuv、Vvw、Vwu)
e) フィルタなしの ACB 電動機電流(Iu、Iw)

18 相コンバータには、そのほかに 6 つの測定ポイントがあります。

各波形を 2 msec、5 msec、および 10 msec でキャプチャすると、最適な結果が得られます。

実際の運用環境に設置したドライブでキャプチャした、さまざまな波形の例を以下に示します。18 相コンバータの電流は、絶縁変圧器の 2 次側を使用することに留意してください。

**PWMコンバータ、4160V、2000 HP、249A (図 4.27～図 4.30)**

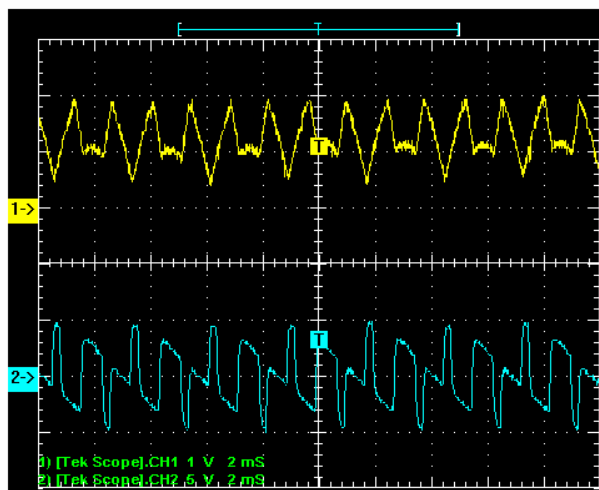



図 4.27 0.3 pu での直流電流テスト：Idc1 (1)、Vdcr1 (2))

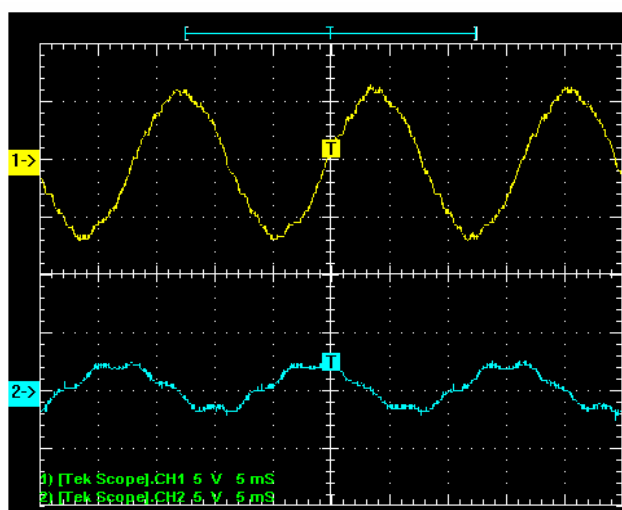



図 4.28 全負荷最高速度での運転：電源側(V2uv (1)、I2u (2))

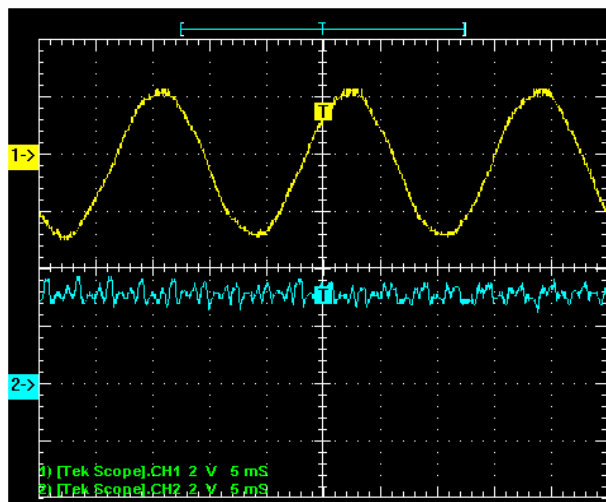



図 4.29　全負荷最高速度での運転：電源側(V2uv、Idc1p (2))

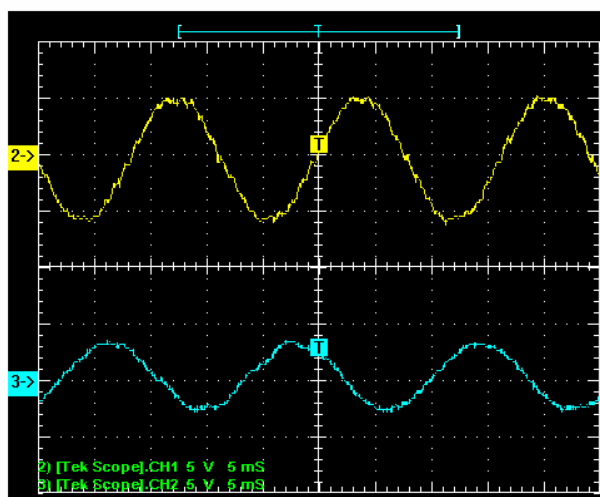



図 4.30　全負荷最高速度での運転：電動機側(Vuv (1)、Iu (2))

**18 相コンバータ、6600V、600 HP、49A (図 4.31～図 4.35)**

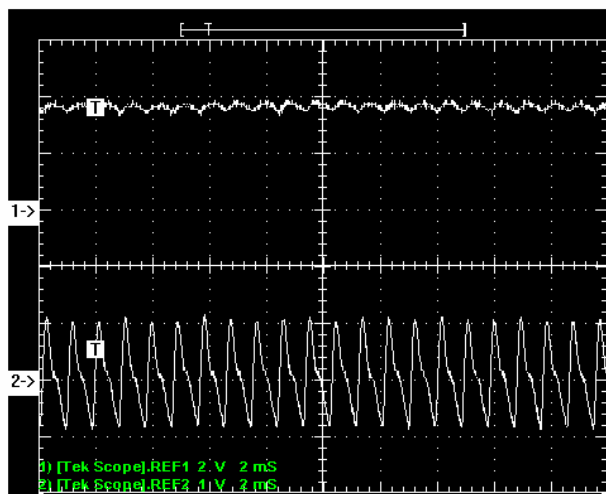



図 4.31　直流電流テストモード：(0.70 pu：Idc1 (1)、Vdcr1 (2))

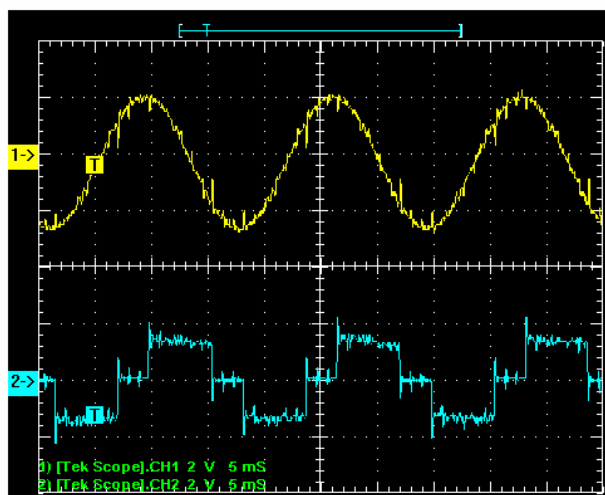



図 4.32　最高速度、負荷 90%での運転：電源側(V2uv (1)、I2u (2))

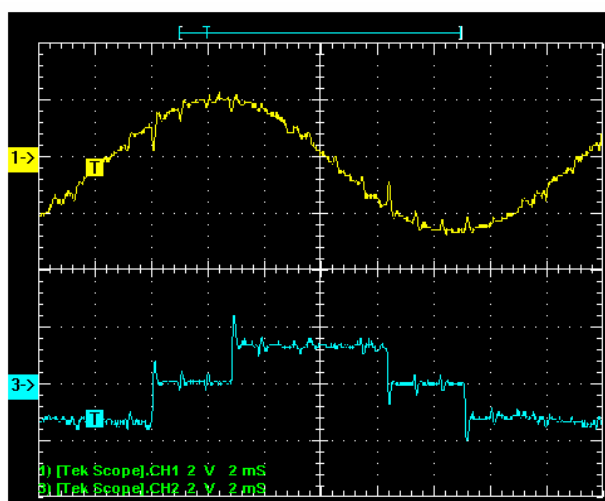



図 4.33　最高速度、負荷 90%での運転：電源側(V2uv (1)、I2u (2))

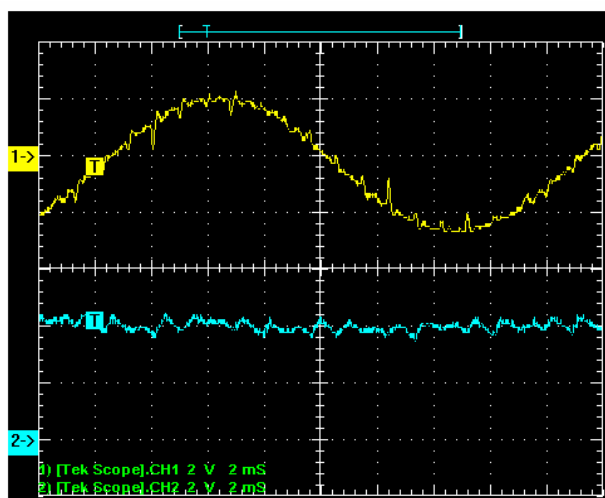



図 4.34　最高速度、負荷 90%での運転：電源側(V2uv (1)、Idc1 (2))

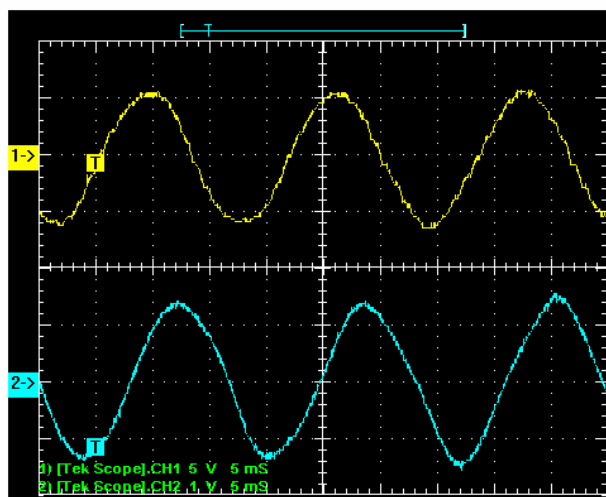



図 4.35　最高速度、負荷 90%での運転：電動機側(Vuv (1)、Iu (2))

## 4.22　データの収集

すべての試運転調整が完了したら、ドライブを運転中にすべてのドライブデータを収集することが極めて重要です。この情報は将来参照するために使われます。

最後のステップは、「**PRINT --> DRIVE SETUP**」を実行することです。これで(ユーザのアクセスレベルに関わりなく)すべてのパラメータ、ファームウェアの改版番号、個別の故障マスク設定、PLC リンク、およびアナログ設定が印刷されます。

この情報は将来お客様をサポートするために必要なものですので、ご協力をお願いいたします。

| テスト番号 | 電動機/ドライブ動作点 | | ドライブ変数 | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | %速度 /RPM | 電流値 (A) | 線間電圧 (V) | 速度指令 (Hz) | 速度-FB (Hz) | 磁束指令 (pu) | トルク指令 (pu) | IDC 指令 (pu) | IDC-FB (pu) | 負荷側 α (度) | 電源側 α (度) | インバータ ヒートシンク 温度(°C) | コンバータ ヒートシンク 温度(°C) |
| 1 | 25%/___ | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 50%/___ | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 75%/___ | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 100%/___ | | | | | | | | | | | | |
| 5 | ___%/___ | | | | | | | | | | | | |
| 6 | ___%/___ | | | | | | | | | | | | |
| 7 | ___%/___ | | | | | | | | | | | | |
| 8 | ___%/___ | | | | | | | | | | | | |
| 9 | ___%/___ | | | | | | | | | | | | |
| 10 | ___%/___ | | | | | | | | | | | | |
| 11 | ___%/___ | | | | | | | | | | | | |
| 12 | ___%/___ | | | | | | | | | | | | |

# コンポーネントの定義と保守

## 5.1 低圧制御部/配線室盤のコンポーネント

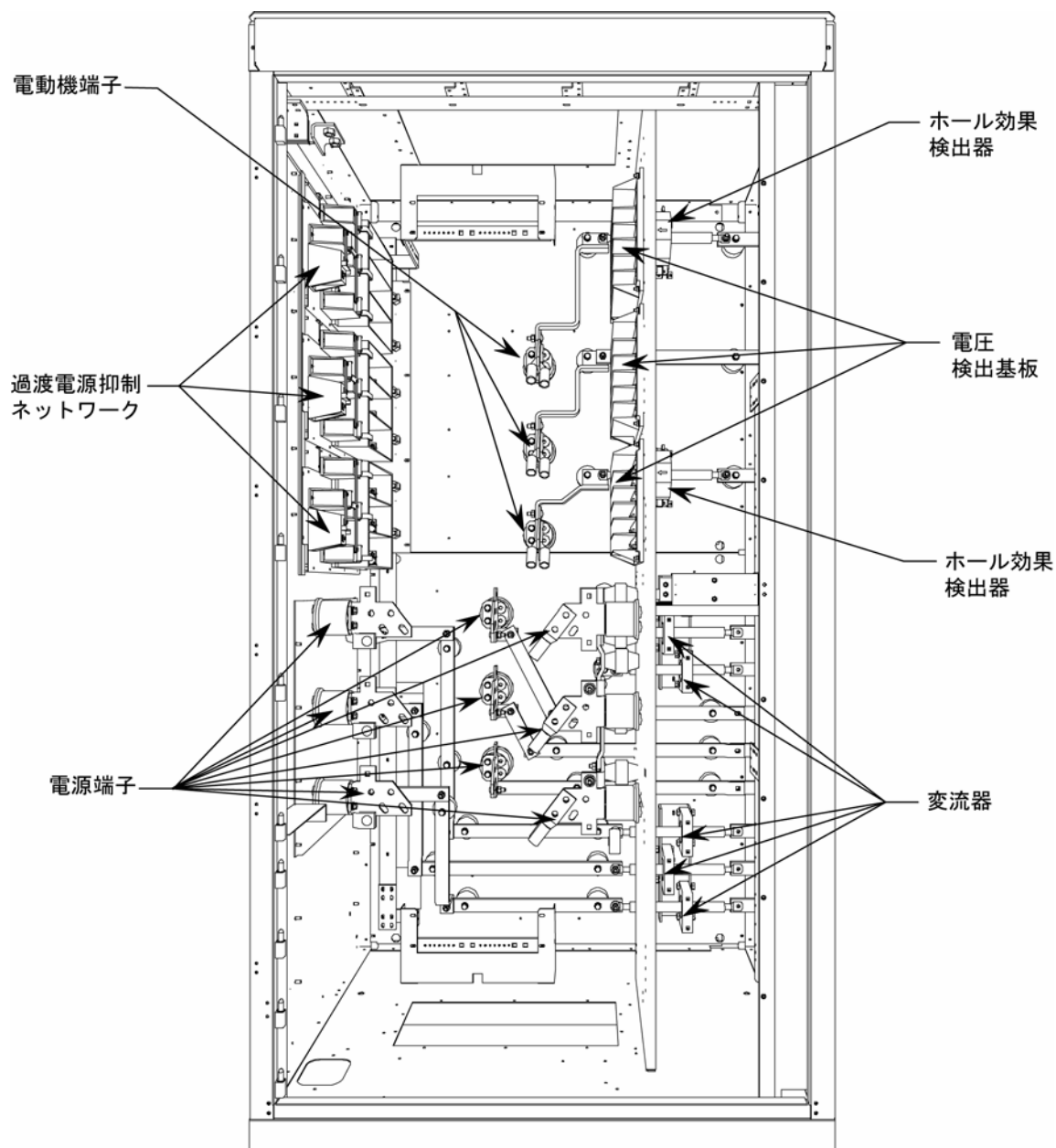



図 5.1 低圧制御部/配電室盤(18 相コンバータ用配電盤室)

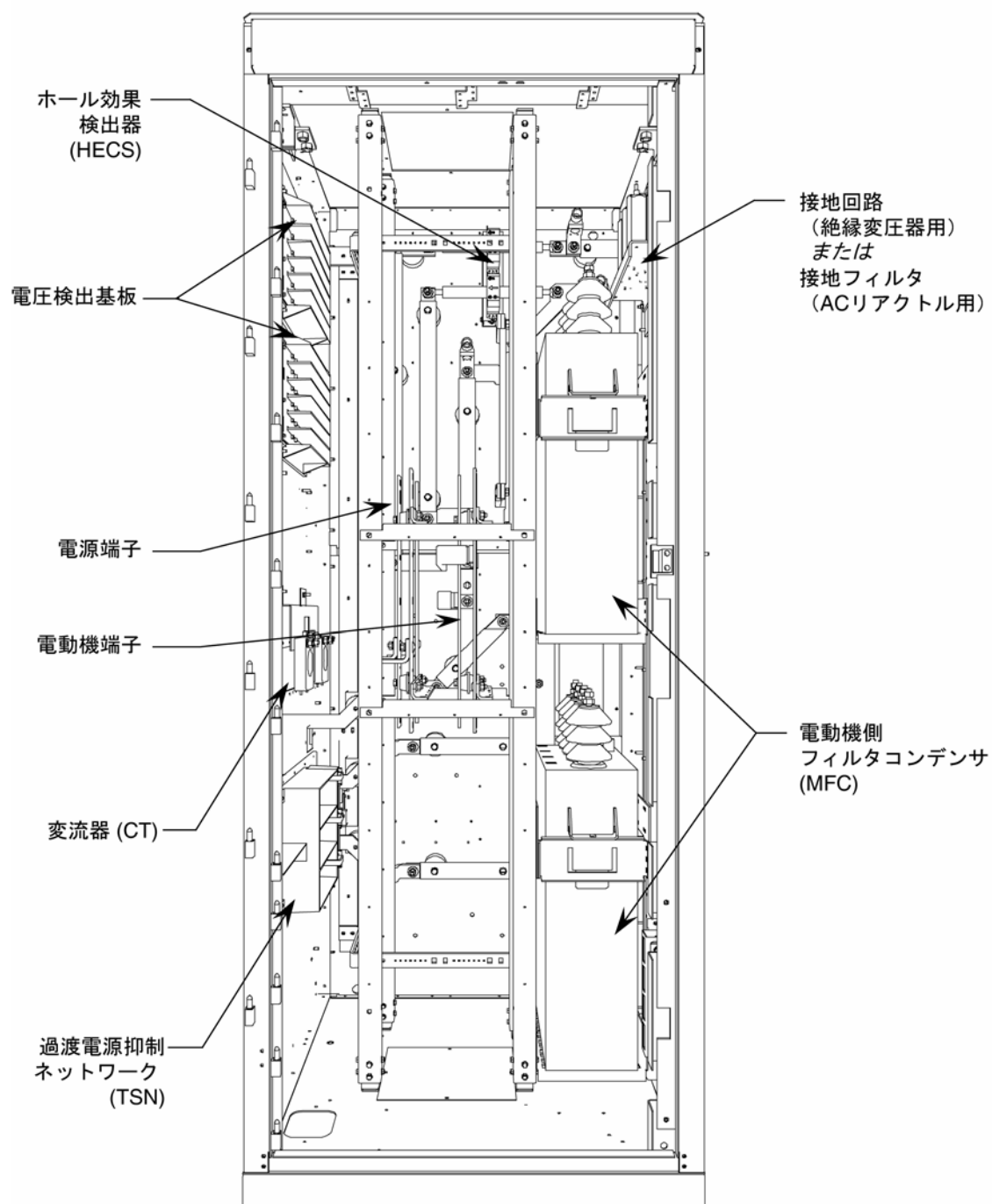



図 5.2　6 相コンバータ用配線室盤

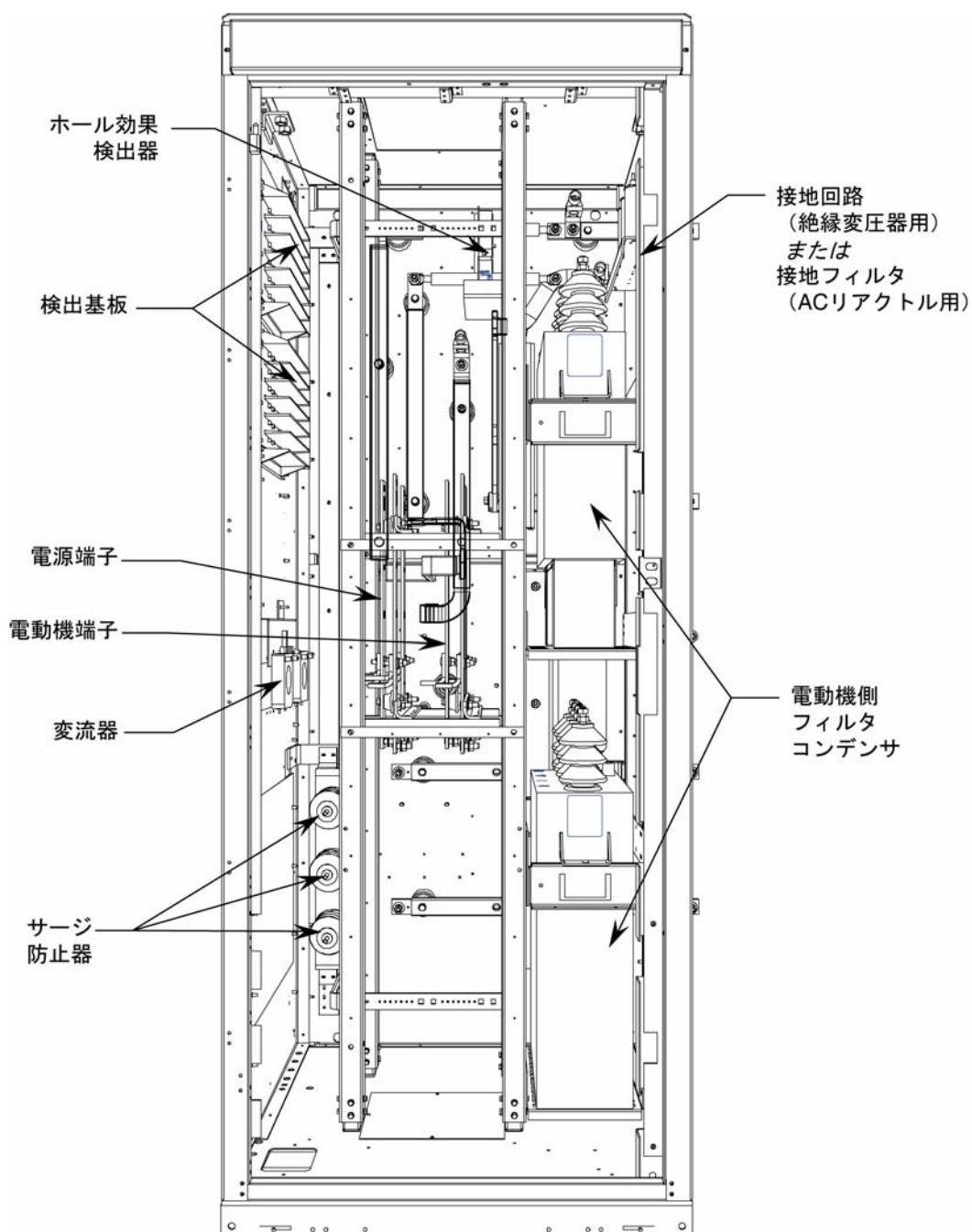



図 5.3　AFE コンバータ用配線室盤

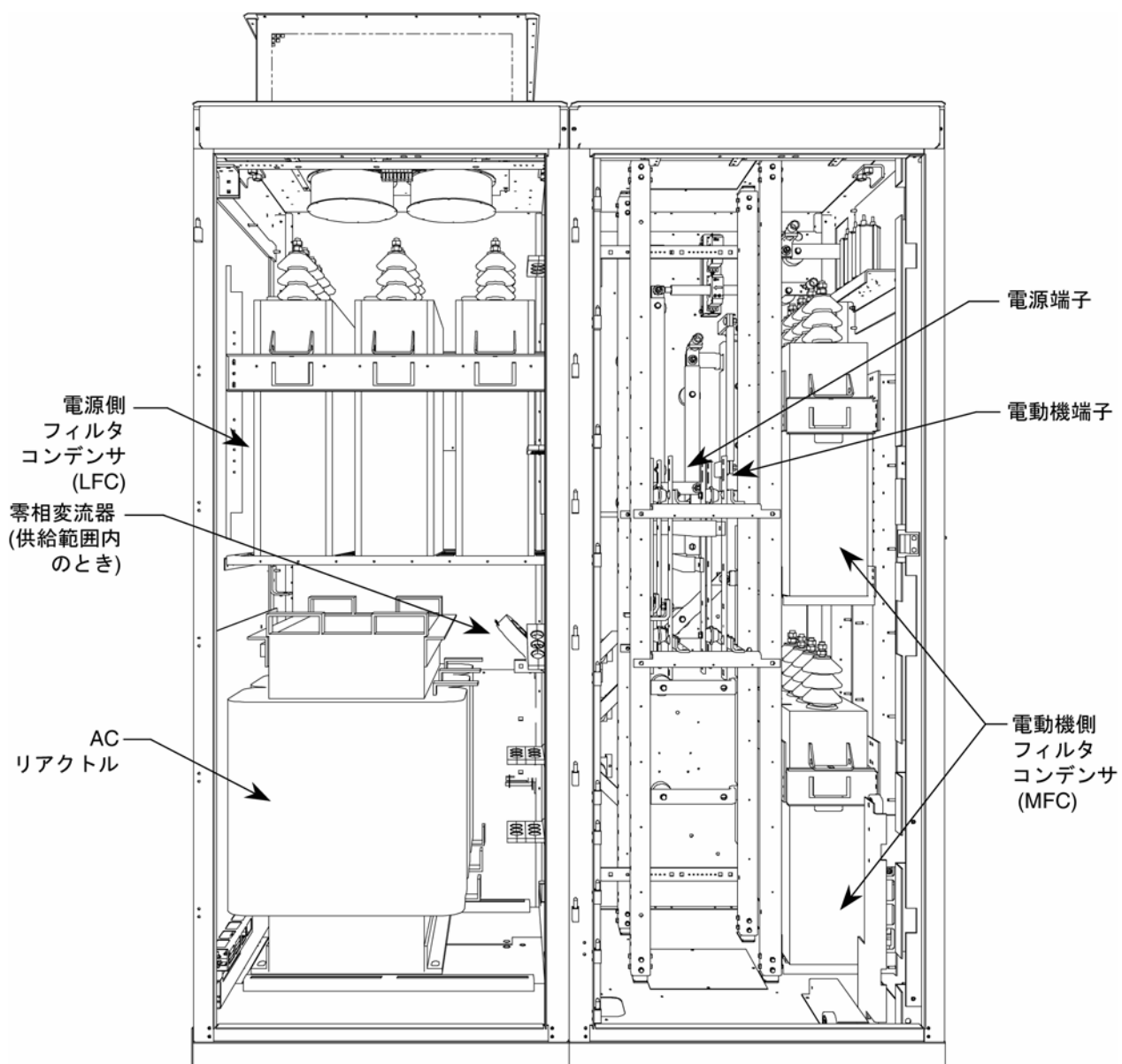



図 5.4　AC リアクトル盤と配電室盤

## 5.2 電圧検出モジュール

電圧検出モジュールは、電圧検出基板と取付け板で構成されています。電圧検出モジュールには、10800V (7.2 kV@1.5 pu)までの電圧を PowerFlex 7000 の制御ロジック(信号調整基板(SCB))で使えるように低圧レベルに降圧変換する 6 点の独立した信号チャンネルがあります。2 つの電圧検出モジュールをカスケード接続して、一方をマスターモジュール、もう一方をスレーブモジュールとして使うことができます。この方法で、最大 12 点の独立した電圧チャンネルを計測できます。2 つのモジュールがカスケード接続されているとき、マスターモジュールは 12 の電圧信号を SCB へ送るために使われます。同期切換えオプションを使用するドライブには、モジュールがもう 1 つ追加されます。この追加モジュールには別の出力コネクタがあり、切換え電圧を直接 SCB に送ります。

次の表に、電圧検出モジュール上の各入力端子の入力電圧レンジを示します。6 つの独立したチャンネルのそれぞれに 4 点の入力タップがあります。このモジュールは、 連続して 40%の過電圧耐量を持つ定格入力電圧 7200V までの回路で運転されるように設計されています。出力電圧は各電圧タップの上限で、140%過電圧のときにほぼ 10V となるようにスケーリングされています。

各チャンネルにはいずれもタップが 4 点しかありません。したがって、入力電圧に応じて 1 つのレンジを使い、ソフトウェアはその電圧信号を使うことになるので、アナログ/ ディジタル変換器はレンジの最大値が 140%となります。

表 5.A　定格入力電圧のレンジ

| タップ | 電圧レンジ |
|---|---|
| D | 800～1,449V |
| C | 1450～2,499V |
| B | 2500～4,799V |
| A | 4800～7,200V |

**電圧検出モジュールは、交換後、必ず接地してください。これを怠ると、傷害事故や死亡事故、あるいは機器の損傷につながる恐れがあります。**

## 5.3　電圧検出回路基板の交換

検出基板の数は、ドライブのコンバータ構成によって異なります。

1. ドライブに電圧がかかっていないことを確認します。

注意

**感電事故を防止するため、電圧検出基板で作業する前に、主電源が断路されていることを必ず確認してください。適切な高圧検電器を使って、すべての回路に残留電圧がないことを確認します。これを怠ると、傷害事故や死亡事故につながる恐れがあります。**

2. リボンケーブルと配線の位置に目印をつけます。
3. ネジを外し、端子からリングラグを引き上げ、配線を外します。
4. リボンケーブルコネクタの各端の固定装置を外し、ピンを曲げないようにリボンケーブルをまっすぐに引き抜きます。
5. フレームに溶接されたスタッドに電源検出基板を固定している 4 組のナットとワッシャを外します。
6. 検出基板を取り外し、新しい検出基板をスタッド上に置いて、4 組のナットとワッシャで固定します。**ナットは締めすぎないように注意してください。**力を入れ過ぎるとスタッドが破損する恐れがあります。
7. 端子上のリングラグを元の位置に戻します。リボンケーブルを差し込みます。ケーブルが正しい位置に嵌るように、ロック機構で固定します。
8. 傷害事故や機器の損傷を避けるため、電圧検出基板の 2 箇所の接地接続を確認します。

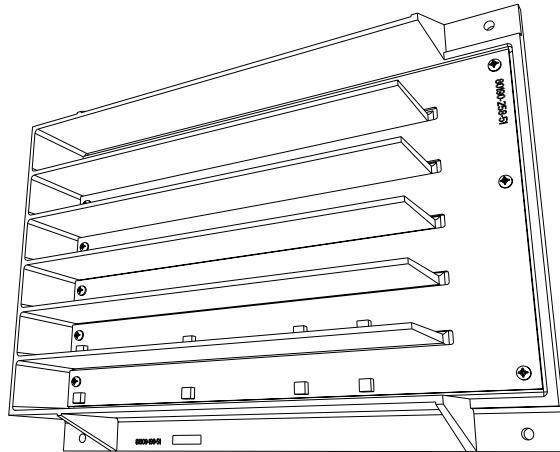



図 5.5　電圧検出基板と取付け板

## 5.4 入力過渡電圧対策

### 5.4.1 概要

入力過渡電圧対策は、次の 2 つの形で実装されます。

– 過渡電圧抑制ネットワーク(TSN)
– サージ防止器

TSN は 6 相および 18 相コンバータの設計に合わせて最適化されています。サージ防止器は AFE および D2D コンバータの設計に合わせて最適化されています。

## 5.5 過渡電圧抑制ネットワーク(TSN)

### 5.5.1 説明

過渡電圧抑制ネットワーク(TSN：Transient Suppression Network)モジュールは、3 相入力電源の各線に接続する電圧抑制器とそれらの接地母線から構成されています。18 相ドライブの場合は 3 つのユニットがあります。

過渡電圧のスパイク(サージ電圧のピーク)が半導体素子の定格を超えると素子を破壊したり、素子の寿命を縮めたりします。過渡電圧抑制ネットワークモジュールはドライブの入力側に現れる過渡的な過電圧を抑制するもので、ドライブの標準的機能の 1 つです。TSN モジュールは主に、バリスタとバリスタ用ヒューズという 2 つのブロックから構成されています。

### 5.5.2 バリスタ

このモジュールで使われている過渡電圧抑制器は、バリスタまたは MOV(Metal Oxide Varistor)と呼ばれているものです。バリスタは電圧依存性の非直線性抵抗器です。バリスタには、背面－背面接続されたゼナーダイオードに似た、対称的な電圧/電流特性を持つという特性があります。バリスタは、その電圧定格以下では非常に高い抵抗値を示し、回路が開いているような特性を示します。

この領域では、素子を通じた洩れ電流は極めて小さい値です。特性曲線で「膝」と呼ばれている部分に電圧の過渡現象が起きると、バリスタの抵抗値は高い状態から数桁も違う極めて低いレベルまで変化します。電流値が数桁も変化するため、電圧は実質的にクランプされた状態になります。図 5.6は、この状態を示しています。

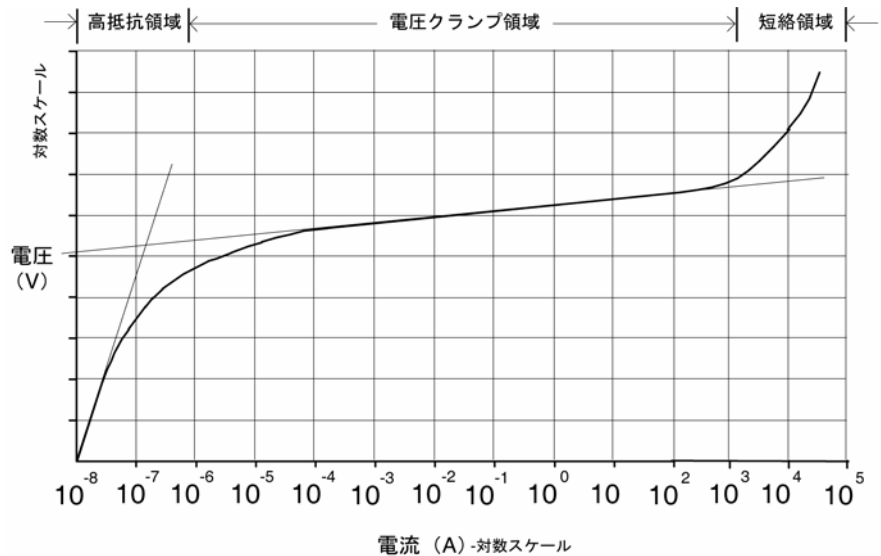



図 5.6　典型的なバリスタの電圧－電流特性曲線

バリスタが電圧のスパイクを抑制しているとき、過渡状態のエネルギはバリスタによって吸収されています。バリスタのエネルギ吸収能力には限界があり、通常は吸収したエネルギで生じる発熱をバリスタ外部に伝導するために十分な時間がありません。バリスタのサイズは、定常状態の電圧定格、過渡状態のエネルギ、および過渡状態の繰り返し率(発生頻度)を勘案して決定されます。バリスタの選定と所定の保護を決定する重要な要素は、過渡状態を発生している電源のインピーダンスです。このインピーダンスは、ほとんどがドライブの入力側にある絶縁変圧器または AC リアクトルのインピーダンスです。そのため、これら入力側の所要インピーダンスが仕様で特記されています。

## 5.5.3　バリスタ保護ヒューズ

各相のバリスタと直列に高圧ヒューズがあります。図 5.6に示すように、これらのヒューズはユニット上または ユニットから離れたところ(電源端子モジュール上)にあります。ご使用のモジュールの部品番号(パーツナンバ)と図面の情報をチェックし、御社のシステムで適用すべきユニットを決定します。

これらのヒューズによって、電圧抑制ネットワーク内の給電回路用導体(配線)の過負荷保護(およびヒューズの下流で短絡事故が起きたときの過電流保護)が実装されます。これらの導体(配線)は通常、ドライブの入力導体(母線)よりもはるかに小さい電流容量しか持っていないため、ドライブの入力ヒューズでは保護されません。ヒューズには、故障したバリスタを絶縁する役割もあります。バリスタは最初、短絡状態で故障します。それにより大電流がヒューズを溶断させて開路し、バリスタを回路から切り離します。

使用されているヒューズは、大きな遮断定格を持つ E-定格の限流ヒューズです。ヒューズは故障電流を振幅と持続時間の両方で限流します。外形寸法が小さく、口輪の付いたフェルール型のガラスファイバー製ヒューズで、標準のヒューズホルダに取り付けられます。

**重要** TSN に付属しているヒューズは、(内部抵抗値を含む)特性によって選定されています。これは最適なバリスタのパフォーマンスと保護のために必要なことです。他のヒューズに取り替える場合は必ず、事前に弊社までお問い合わせください。

注： 電圧検知はバリスタ保護ヒューズの位置より後ろで行なわれるため、ヒューズの溶断による開路は、ドライブ制御ではマスターまたはスレーブの電圧の低下あるいはアンバランスとして検出されます。

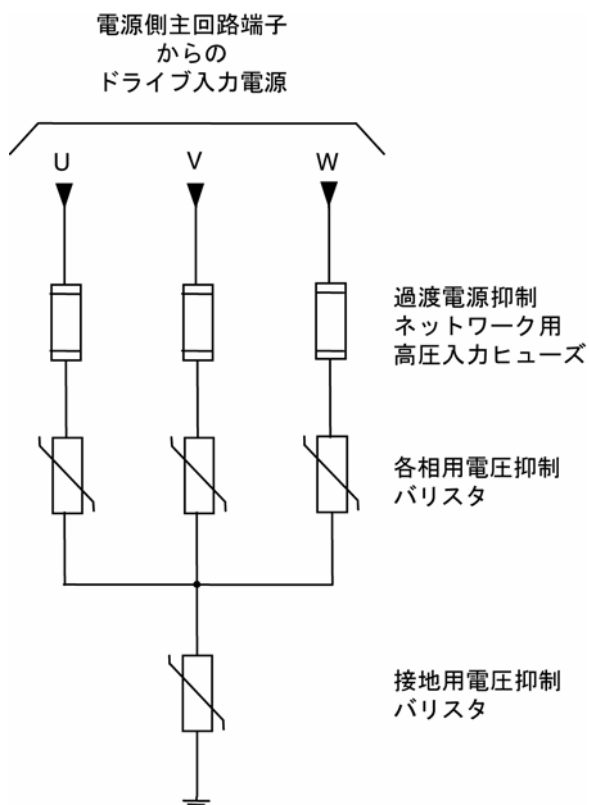



図 5.7 簡易接続図

# 5.6 過渡電圧抑制ネットワークのヒューズ交換

配線室盤内にある過渡電圧抑制ネットワーク(TSN)では、2 種類のヒューズ (5 kV と 7.2 kV)を使用できます。18 相ドライブには 3 つの TSN があります。

1. ドライブに電圧がかかっていないことを確認します。

**注意**

感電事故を防止するため、ドライブで作業する前に、主電源が断路されていることを必ず確認してください。適切な圧力検電器を使って、すべての回路に残留電圧がないことを確認します。これを怠ると、傷害事故や死亡事故につながる恐れがあります。

2. ヒューズはヒューズホルダに差し込まれています。しっかりと保持して引き抜いてください。
3. 新しいヒューズを取り付ける場合は、ヒューズを取り付け位置で保持したまま、ヒューズホルダに嵌るまでしっかりと押し込みます。ヒューズの定格が見えるようにして取り付けてください。

**重要** 必ず同じ定格のヒューズと交換してください(ヒューズの場所は、図 5.7を参照してください)。

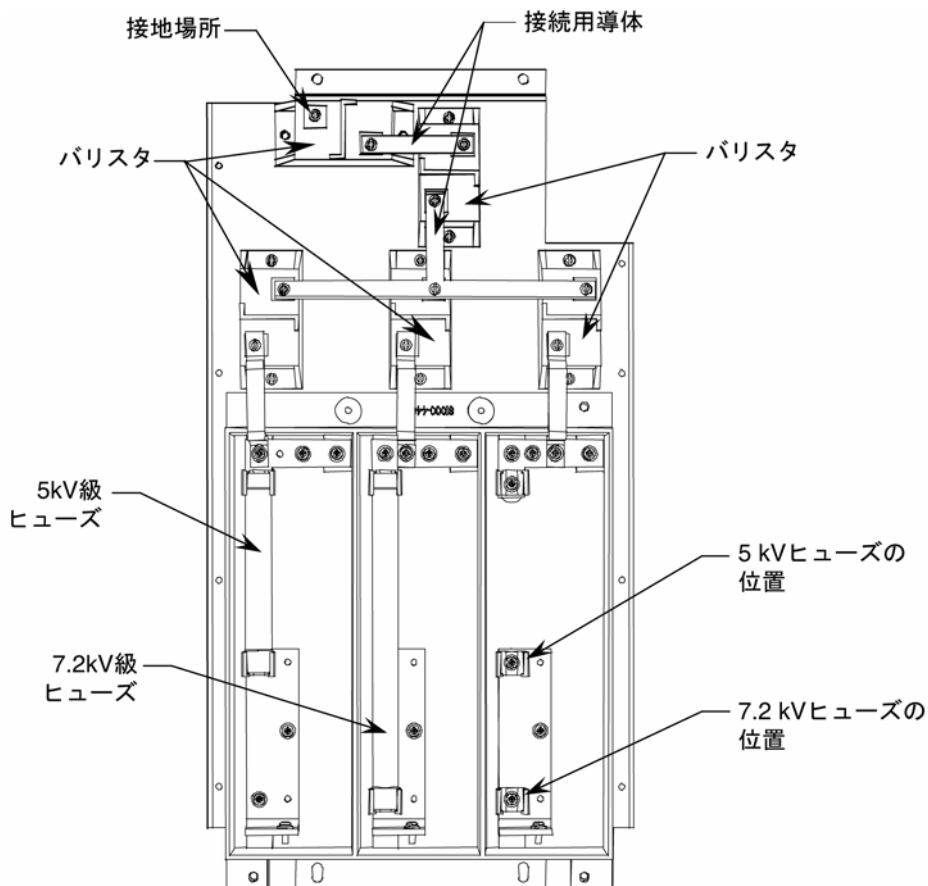



図 5.8　過渡電圧抑制ネットワーク

## 5.7　バリスタ(Metal Oxide Varisotor)の交換

バリスタ(MOV：Metal Oxide Varistor)は、配線室盤内の過渡電圧抑制ネットワークの一部です。

1. ドライブに電圧がかかっていないことを確認します。

**注意**　感電事故を防止するため、過渡電圧抑制ネットワークで作業する前に、主電源が断路されていることを必ず確認してください。適切な圧力検電器を使って、すべての回路に残留電圧がないことを確認します。これを怠ると、傷害事故や死亡事故につながる恐れがあります。

2. 接続されている場所を確認します。
3. ネジを取り外して接続を切り離します。
4. ドライバを使ってベースのネジを取り外します。
5. バリスタを交換します(極性はありません)。
6. ネジを元に戻して締め込み、再接続します。

**重要**　各バリスタパネルは接地されています。1つのバリスタが接地線に接続されていることを確認してください(場所は図5.8を参照してください)。

## 5.8　サージ防止器

### 5.8.1　説明

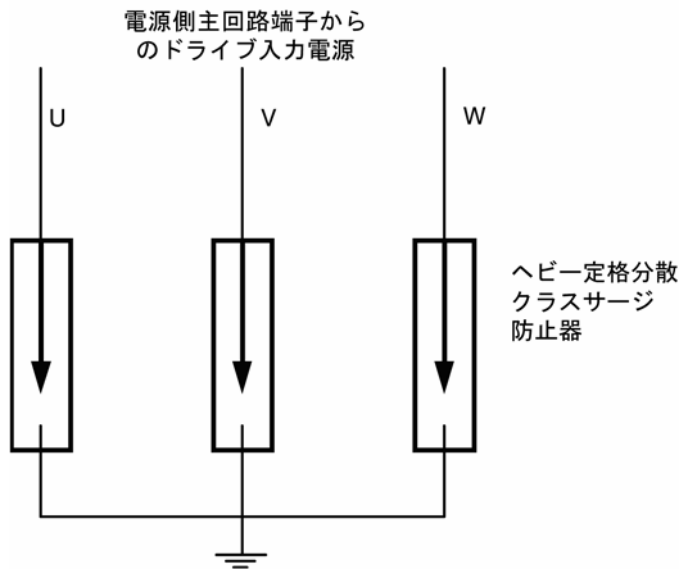
AFE コンバータを装備したドライブでは、過渡的な過電圧への対策としてヘビー定格配電用サージ防止器が使われています。このサージ防止器は、ANSI/IEEE C62.11-1993 標準への準拠が認定されています。

サージ防止器は基本的には複数のバリスタです。通気用の連続的な隙間がある場合とない場合がありますが、どちらもハウジング内に密封されています。サージ防止器は、TSN モジュールに似た過電圧防止機能を提供します。ただし TSN とは異なり、サージ防止器にはヒューズが必要ありません。

サージ防止器には、ドライブの定格電圧によって次の表に示す 3 つの種類があります。

<table>
<tr><th>ドライブの定格電圧</th><th>2.4kV</th><th>3.3kV</th><th>4.16kV、4.8kV</th><th>6.0～6.9kV</th></tr>
<tr><td>サージ防止器の定格<br>(RMS)</td><td>3kV</td><td colspan="2">6kV</td><td>9kV</td></tr>
<tr><td>サージ防止器の MCOV<br>(RMS)</td><td>2.55</td><td colspan="2">5.10</td><td>7.65</td></tr>
</table>

最も大きな過渡的過電圧が発生するのは、1 相を接地するはずのシステム自体が接地されていない場合です。その場合、線間電圧全体がサージ防止器に印加されます。サージ防止器はそのような状況でも、最大連続動作電圧(MCOV：Maximum Continuous Operating Voltage)の定格値に示されているように、何の問題もなく連続動作するように設計されています。

高圧電源線には 3 つのサージ防止器がスター接続されています。サージ防止器の中性点が接地母線に接続されます。

### 5.8.2　動作

通気用の隙間がないサージ防止器の動作は、TSN 内のバリスタの動作と同じです。サージ防止器には通気用の隙間を持つものもありますが、隙間の有無に関係なく過電圧に対して効果的に機能します。

サージ防止器は、定格内で最も一般的な母線の過渡的過電圧に耐え、運転を継続できます。ただし、PF7000 を接続している高圧母線に高調波フィルタがある場合には注意が必要です。大きな突入電流を避けるためにも、そのようなフィルタは国際的な標準規格(IEEE 1531 の条項 6.4 など)や国内規格に適合している必要があります。

使用されているサージ防止器は、ANSI/IEEE C62.11-1993 規格への適合が認定済みです。認証試験では、大きな電流を短時間通すテスト、小さい電流を長時間通すテスト、および故障電流耐久テストを実施しています。電流値とサイクル数の組合せ(たとえば、20kA、10 サイクル)をさまざまに変えて故障電流耐久テストを実施しましたが、サージ防止器は破壊されることなく、内部コンポーネントにも悪影響はありませんでした。

入力エネルギがサージ防止器の耐量を超え、サージ防止器が故障した場合でも、ハウジングを通気用に分割して、近接するコンポーネントに影響が波及しないように設計されています。

### 5.8.3 サージ防止器の交換

1. ドライブに電圧がかかっていないことを確認します。ドライブを電源から切り離して絶縁し、切断中の札をかけておいてください。

感電事故を防止するため、サージ防止器で作業する前に、主電源が断路されていることを必ず確認してください。適切な圧力検電器を使って、すべての回路に残留電圧がないことを確認します。これを怠ると、傷害事故や死亡事故につながる恐れがあります。

2. ドライブ内に溜まった電荷が完全に放電されるまで、少なくとも 10 分間待ちます。
3. リード線の配線位置を確認します。
4. リード線が接地電位にあることを、適切な方法で確認します。必要であれば、一時的に接地してください。
5. リード線の接続を外します。
6. サージ防止器を接地母線に接続しているボルトを緩め、サージ防止器を取り外します。一時的に接地している場合は、ここで接地を外します。
7. サージ防止器を(定格電圧が同じ)同等品と交換します。
8. リード線をサージ防止器に接続します。
9. サージ防止器にかける締付けトルクは 28 Nm (21ft-lb)です。

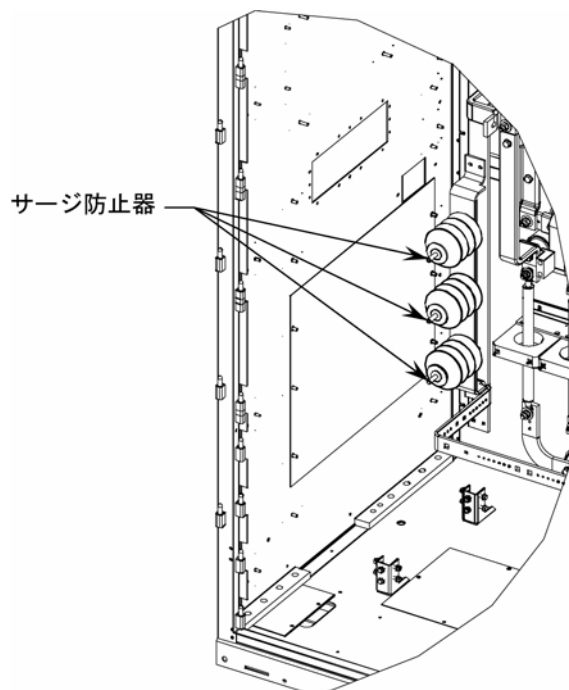



図 5.9　サージ防止器

**注：** サージ防止器を高圧から切り離したときに、少量の静電気がサージ防止器に滞留している可能性があります。念のため、サージ防止器の端に一時的に接地し、溜まっている電荷を放電することを推奨します。一時的な接地は、サージ防止器の再取付け前に外してください。サージ防止器を取り外す際の感電事故を防止するため、電源と接地の両方のリード線を取り外すまで、サージ防止器には完全に電圧がかかっているものと考えてください。

### 5.8.4　お客様環境でのテストと保守

お客様環境でのテストは不要です。サージ防止器には、特に保守を実施する必要はありません。ただし、粉塵が特に多い環境では、ドライブ全体を清掃するときに、サージ防止器も併せて清掃することを推奨します。

## 5.9　出力接地回路コンデンサの交換

PowerFlex 7000 の 18 相ドライブと、6 相および AFE ドライブの一部には、接地回路が標準で装備されています。

コンデンサの数は、システムの電圧によって変わります。

1. ドライブに電圧がかかっていないことを確認します。

**注意**

**感電事故を防止するため、コンデンサを取り扱う前に、主電源が断路されていることを必ず確認してください。適切な圧力検電器を使って、すべての回路に残留電圧がないことを確認します。これを怠ると、傷害事故や死亡事故につながる恐れがあります。**

2. リード線の位置を確認し、記録します。
3. 6.4 mm (1/4 インチ)のハードウェアを取り外し、接続されているリード線を端子から外します。
4. コンデンサは 4 つのブラケットで固定されています。ブラケットのベースにある 4 つのネジを緩め、コンデンサを引き出します。
5. 新しいコンデンサを挿入し、ネジを締めて固定します。
6. リングラグと 6.4 mm (1/4 インチ)のハードウェアを元の位置に取り付けます(図 5.9を参照してください)。

**重要**

**コンデンサ端子にかける締付けトルクは、最大 3.4 N-m (30 lb-in)です。**

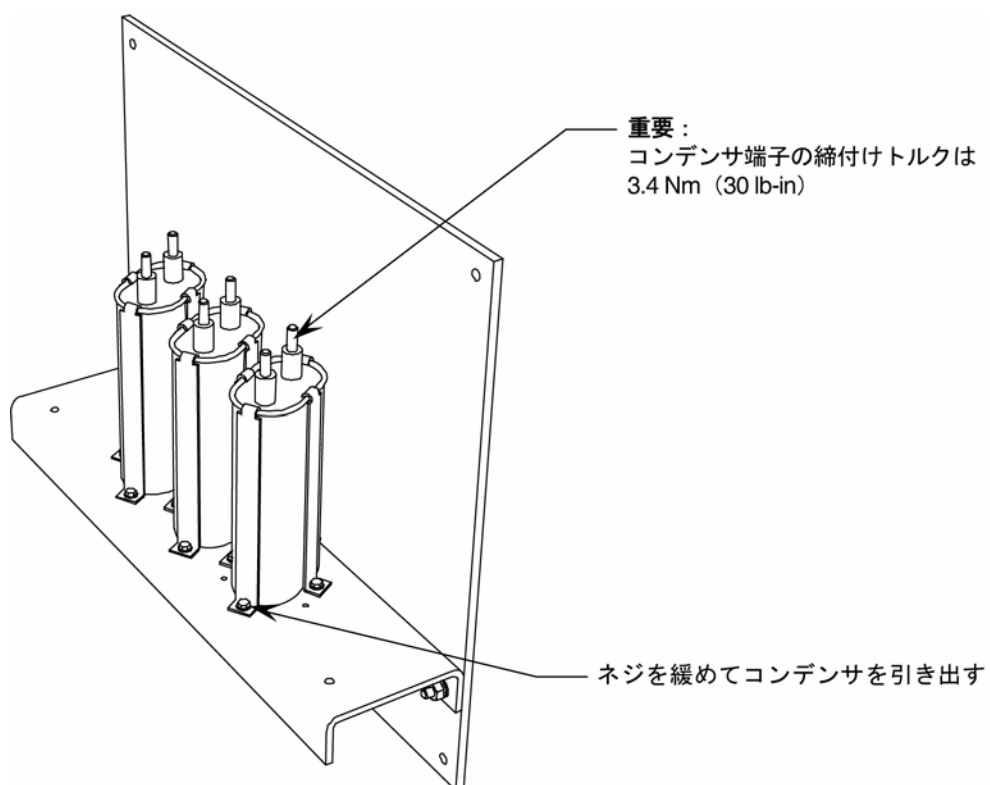



図 5.10　接地回路のコンデンサ

## 5.10　ホール効果電流検出器(HECS)の交換

1. ドライブに電圧がかかっていないことを確認してください。

注意

感電事故を防止するため、ホール効果電流検出器で作業する前に、主電源が断路されていることを必ず確認してください。適切な圧力検電器を使って、すべての回路に残留電圧がないことを確認します。これを怠ると、傷害事故や死亡事故につながる恐れがあります。

2. すべての配線の位置とホール効果電流検出器(HECS)の向きを記録します。HECS の向きは、本体上の白い矢印を見れば容易に確認できます。

重要　ホール効果電流検出器(HECS)と配線は、正しい向きに取り付ける必要があります。取外しの際には、あらかじめ位置を記録しておいてください。

3. 丸棒の母線を取り外します。M10 ネジを取り外し、丸棒を横に引き出してください。
4. 3 箇所の端子からネジを取り外し、リングラグを端子から取り外します。
5. HECS のベース上の 4 個のネジを取り外します。
6. HECS を交換します。白い矢印の向きを、次の図に示す方向に合わせてください。
7. 丸棒母線を所定位置まで滑り込ませてから M10 ネジで締め込みます。
8. 配線のリングラグを端子の正しい位置に接続し、ネジをしっかり締めます。**締めすぎに注意してください。**力を入れ過ぎるとスタッドのネジ山が潰れる恐れがあります。

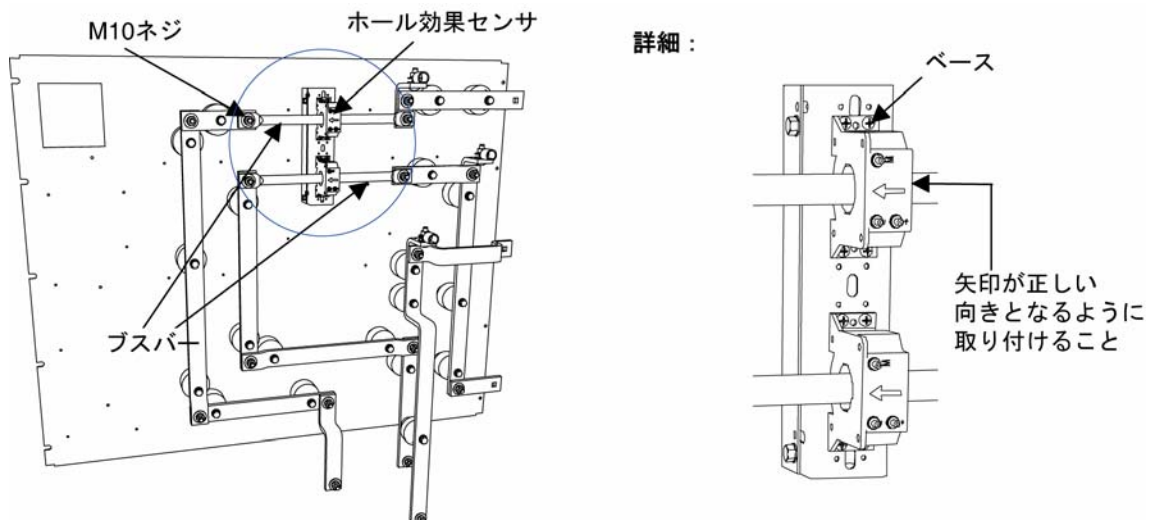



図 5.11　盤内のホール効果電流検出器とその詳細

## 5.11　変流器(CT)の交換

1. ドライブに電圧がかかっていないことを確認してください。

**注意**　感電事故を防止するため、変流器で作業する前に、主電源が断路されていることを必ず確認してください。適切な圧力検電器を使って、すべての回路に残留電圧がないことを確認します。これを怠ると、傷害事故や死亡事故につながる恐れがあります。

2. すべての配線の位置と変流器(CT)の向きを記録します。CT の向きは、本体上の白い点を見れば容易に確認できます。

**重要**　CT と配線は、正しい向きに取り付けられる必要があります。取外しの際には、あらかじめ位置を記録しておいてください。

3. 配線を外します。
4. CT を取り外すには、母線を取り外す必要があります。M10 ネジを外して母線を横に滑らせて取り出します。
5. CT を固定している 4 個のネジを取り外し、変流器を取り外します。
6. CT を交換します。向きが正しいことを確認してください。4 個の取付けネジでしっかりと締めて CT をベースに固定します。
7. リングラグを再接続します。**締めすぎに注意してください。**力を入れ過ぎるとスタッドのネジ山が潰れる恐れがあります。
8. 母線を元に戻して所定の位置に締め付けます。

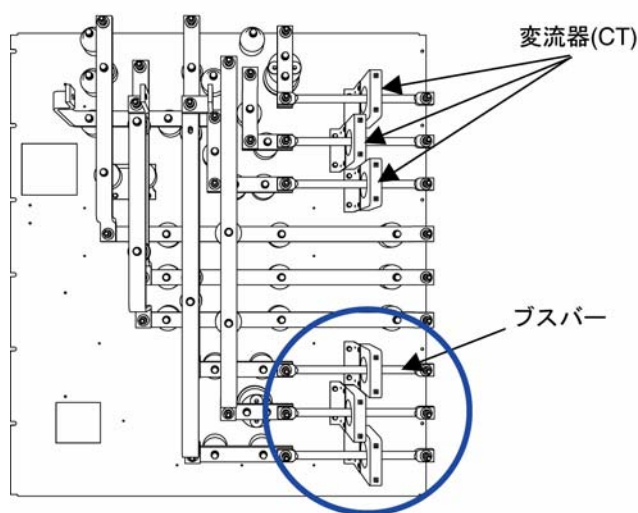
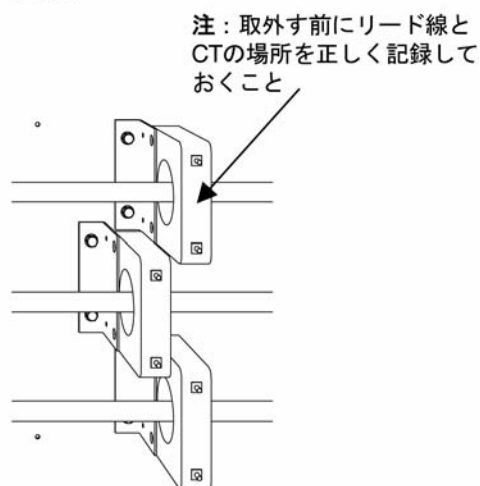



図 5.12　変流器の交換

# 5.12　フィルタコンデンサ盤

## 5.12.1　フィルタコンデンサ

フィルタコンデンサは、すべてのドライブの電動機側で使用されています。AFEコンバータを備えたドライブには、電源側にもフィルタコンデンサがあります。図 5.1 (18 相コンバータ用配線室盤)、図 5.2 (6 相コンバータ用配線室盤)、および図 5.3 (AFEコンバータ用配線室盤)を参照してください。

使用されているフィルタコンデンサは、油入 3 相 4 ブッシング型コンデンサです。3 相コンデンサは、内部で単相ユニットがスター接続された構造となっています。スター接続の中性点に 4 番目のブッシングが接続されており、これを中性点電圧計測やその他の保護/診断目的に使うことができます。ドライブの構成によって、4 番目のブッシングはドライブの回路に接続されている場合と、接続されていない場合があります。コンデンサの金属ケースは、コンデンサのハウジング上のスタッドで接地されています。

コンデンサの内部には、コンデンサの放電に使う放電抵抗があります。この抵抗により、コンデンサが開路されてから 5 分間で電圧は 50V 未満になります。典型的な 3 相コンデンサを下図に示します。

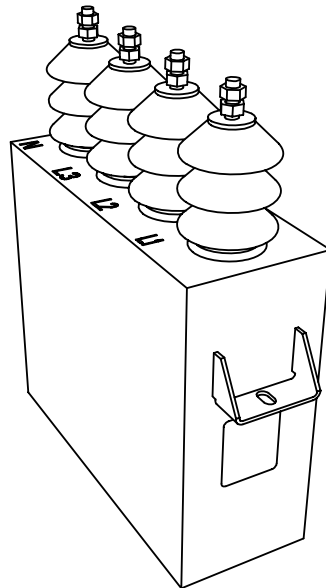



図 5.13　電動機フィルタコンデンサ

**警告**

盤の扉を開ける前に、電動機コンデンサが安全な水準に放電するまで、5～10 分待ってください。

### 5.12.2 フィルタコンデンサの交換

1. ドライブに電圧がかかっていないことを確認します。

注意

感電事故を防止するため、変流器で作業する前に、主電源が断路されていることを必ず確認してください。適切な圧力検電器を使って、すべての回路に残留電圧がないことを確認します。これを怠ると、傷害事故や死亡事故につながる恐れがあります。

2. すべてのケーブルの位置を確認し、ケーブルには認識マークを付けます。
3. 4 箇所の電力接続を端子から取り外します。その後、ドライブからコンデンサのケースに接続されている単心接地腺を取り外します。接地線はコンデンサの裏面右上部の角にあります。
4. コンデンサを固定している前側のブラケットを取り外します。コンデンサの裏面には、コンデンサを固定しているものがなく、コンデンサはユニットのスロットに差し込まれています。
5. コンデンサをドライブから取り外します。

重要　コンデンサの重量は 100kg (220 lbs)もあるため、取外しは 2 人以上で行なう必要があります。

6. 新しいコンデンサをスロットに嵌るまで滑らせて据え付け、前側のブラケットを取り付けて締め込みます。
7. すべての電力ケーブルと接地線を再接続します。接続には M14 ネジを使いますが、コンデンサの機械的強度上の制約のため、これらのネジは 30Nm (22 ft-lbs.)の締付けトルクで締め付けなければなりません。配線接続作業スペースがない場合、コンデンサを完全に所定場所に滑り込ませる前に、これらを締め付けて再接続しておいてもかまいません。
8. 各コンデンサには、端子接続の締付けの詳しい方法を明記したラベルが貼付されています。詳細は、このラベルの説明を参照してください。
9. 取り除いていた板を再度取り付け、最終チェックとして接続が正しく、緩みがないことを確認します。

## 5.13　コンバータ/インバータ盤のコンポーネント

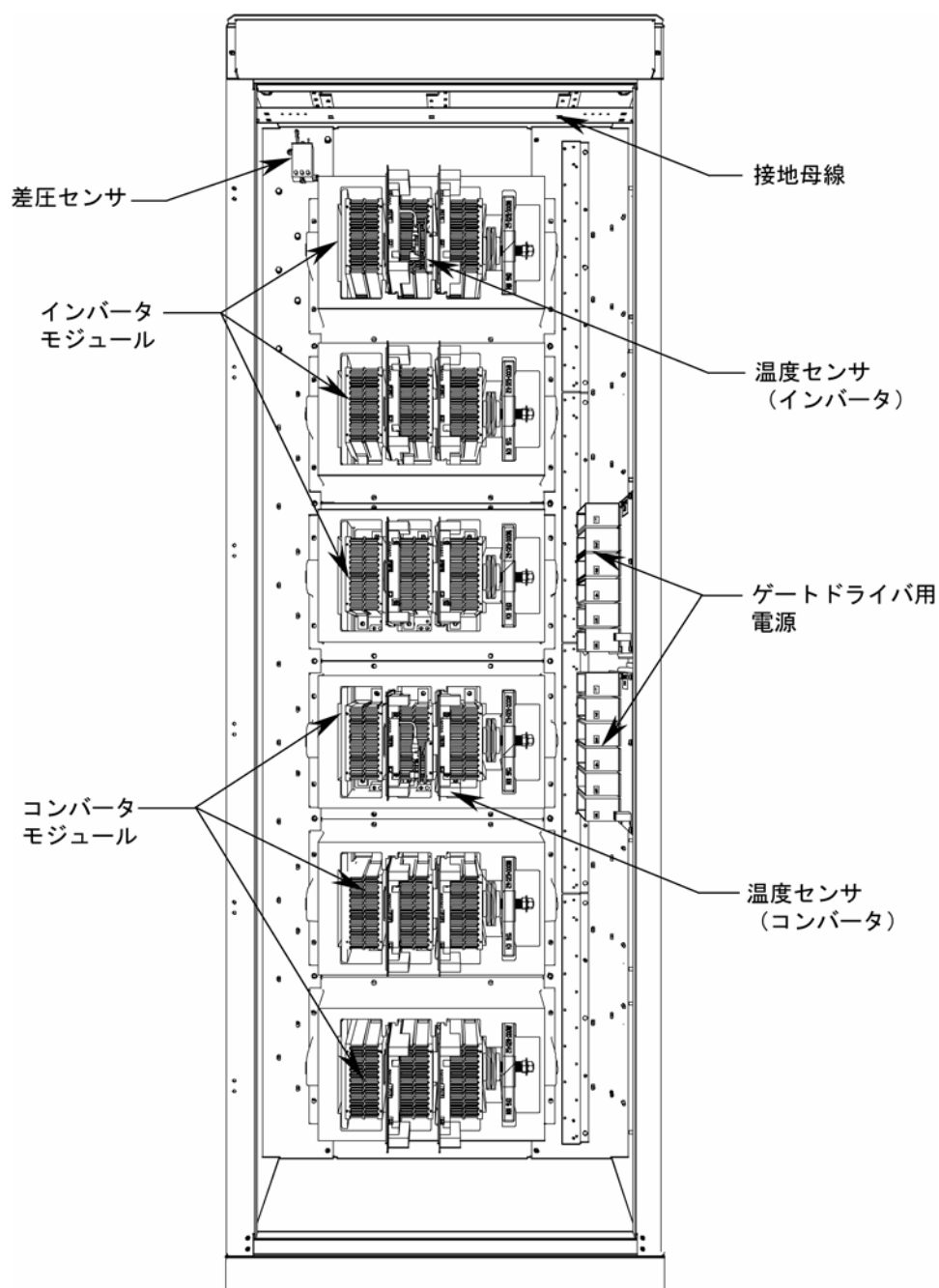



図 5.14　コンバータ/インバータ盤のコンポーネント

## 5.14 コンバータ/インバータ盤

コンバータ/インバータ盤には、コンバータモジュールとインバータモジュールをそれぞれ 3 つずつ内蔵されています。図 5.14は 2300V級のAFEコンバータを示しています。

絶縁されたゲートドライバ電源(IGDPS : Isolated Gate Driver Power Supply)が、盤右側の側板に取り付けられています。

温度センサが、インバータとコンバータの最上段モジュールの上に取り付けられています。正確な位置は、ドライブの構成によって異なります。これらのセンサは温度フィードバック回路基板に接続されており、この基板からドライブの制御部に信号が戻されます。

## 5.15 パワーケージ(PowerCage™)

パワーケージは、インバータとコンバータのモジュールで、次の要素から構成されています。

- エポキシモールド製ケーシング
- ゲートドライバ回路付き電力素子基板
- ヒートシンク
- クランプ
- スナバ抵抗
- スナバコンデンサ
- 並列抵抗

すべてのドライブには、コンバータとインバータのモジュールが 3 個ずつ、合計 6 個のパワーケージがあります。コンバータには AFE、6 相 SCR、および 18 相 SCR の 3 種類があります。

AFE タイプは SGCT を電力素子として使います。

6 相 SCR と 18 相 SCR コンバータは SCR を電力素子として使います。

インバータモジュールはすべて SGCT を電力素子として使います。

パワーケージのサイズはシステムの電圧によって変わります。また、コンポーネントもシステムの電流によって変わります。

コンバータで使われる電力素子の一覧を下表に示します。

| 構成 | インバータ SGCT | コンバータ SGCT | コンバータ SCR |
|---|---|---|---|
| 2300V、6 相 | 6 | 0 | 6 |
| 2300V、18 相 | 6 | 0 | 18 |
| 2300V、AFE | 6 | 6 | 0 |
| 3300/4160V、6P | 12 | 0 | 12 |
| 3300/4160V、18 相 | 12 | 0 | 18 |
| 3300/4160V、AFE | 12 | 12 | 0 |
| 6600V、6P | 18 | 0 | 18 |
| 6600V、18 相 | 18 | 0 | 18 |
| 6600V、AFE | 18 | 18 | 0 |

感電事故を防止するため、インバータ/コンバータ盤で作業する前に、主電源が断路されていることを必ず確認してください。適切な圧力検電器を使って、すべての回路に残留電圧がないことを確認します。これを怠ると、傷害事故や死亡事故につながる恐れがあります。

パワーケージには、SCR または SGCT (Symmetrical Gate Commutated Thyristor)を装着できます。SGCT 回路基板には、静電気への十分な耐性がありません。SGCT 回路基板を取り扱う場合は、必ず適切に接地してください。

一部の回路基板は、静電気で破損することがあります。破損した基板を使うと、関連するコンポーネントも損傷を受ける可能性があります。静電気への耐性が低い基板を取り扱う際には、接地したリストバンドを使うことを推奨します。

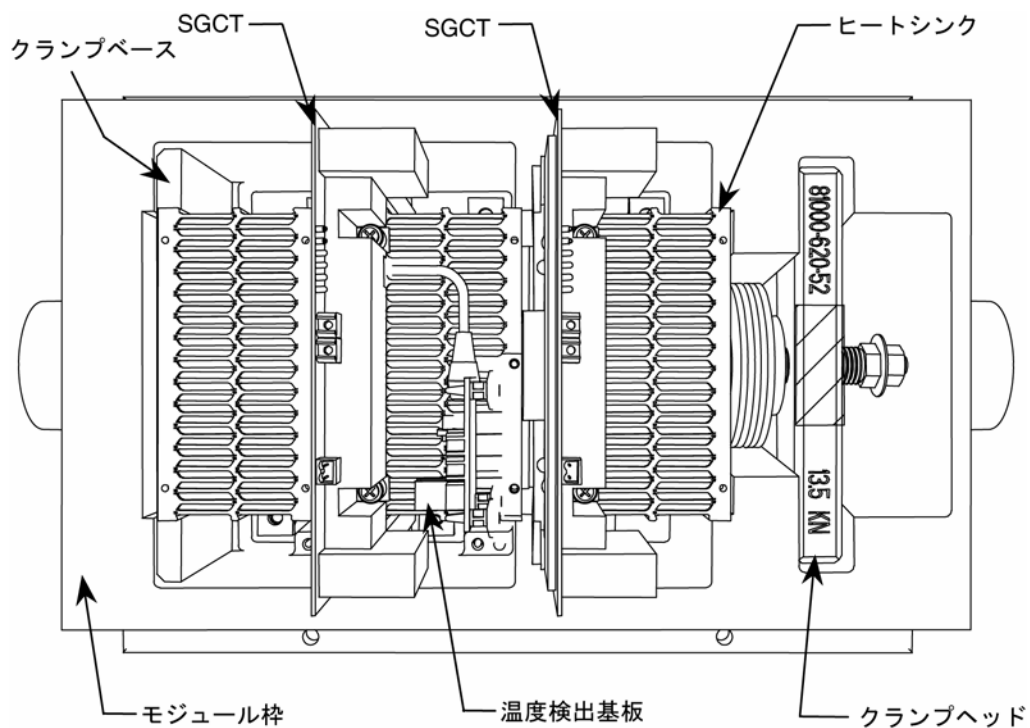



図 5.15　2 素子のパワーケージ

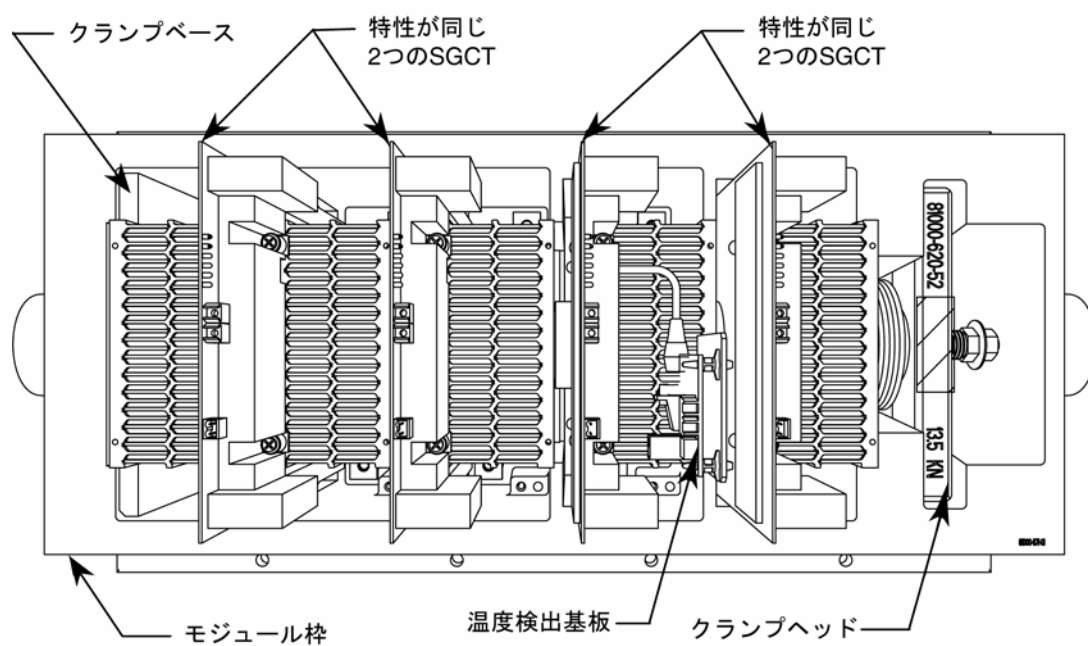



図 5.16　4 素子のパワーケージ

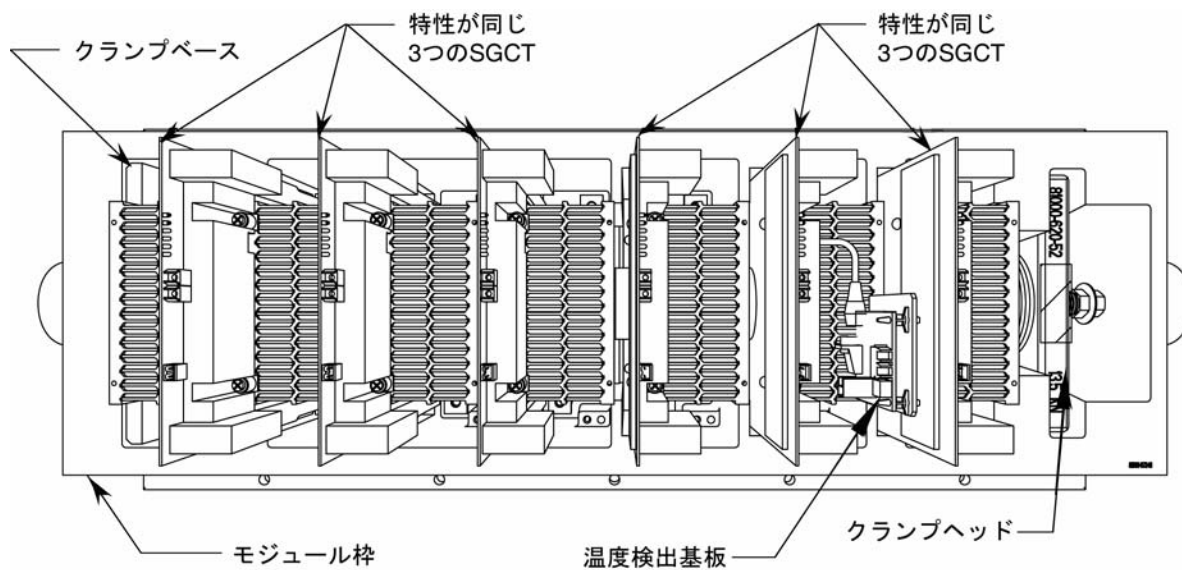



図 5.17　6 素子のパワーケージ

## 5.16　SGCT とスナバ回路

すべての電力素子やサイリスタと同じく、SGCT にもスナバ回路が必要です。SGCT のスナバ回路は、スナバ抵抗とそれに直列したスナバコンデンサで構成されます。

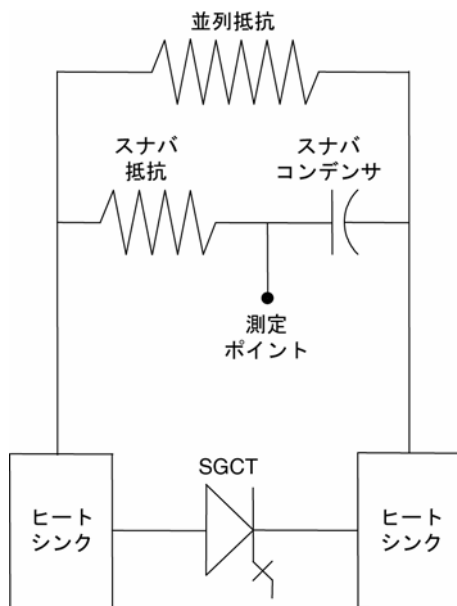



図 5.18　SGCT とスナバ回路

スナバ回路に加え、並列抵抗が SGCT と並列に接続されています。この抵抗の機能は、直列接続された複数の SGCT 間で、各 SGCT の電圧分担を同じにすることです。SGCT は展開接続図に示すように、総逆耐電圧(PIV)を増加させるために直列接続します。SGCT 1 個の逆耐電圧は 6.5 kV です。1 つの SGCT で、2.3 kV 高圧電源の電気システムに十分な設計マージンを提供できます。4.16 kV 級では、必要な設計マージンを確保するために 13 kV の PIV が必要なため、2 個の SGCT を直列接続します。同様に 6.6 kV 級では 3 個の SGCT を直列接続する必要があります。

SGCT の冷却要件は、SGCT の両面に強制空冷型のヒートシンクを配置することで達成しています。1 つのヒートシンクはアノード上、もう 1 つはカソード上で接しています。SGCT への押付け力は、SGCT のサイズによって異なります。ヒートシンクに SGCT を押し付ける力は、インバータモジュールの右側にある締付け装置(クランプ装置)によって生成されます。

SGCTへの押付け力は、損傷を防ぎ、熱抵抗を低く維持するためにも、均等に加える必要があります。押付け力を均等にするには、ヒートシンクの取付けボルトを緩め、クランプを締めた後、取付けボルトを締め直します。具体的な手順は、「均等な締付け圧力」を参照してください。

SGCT から発生した熱は、外部フィルタで清浄化された空気がヒートシンクの隙間を通って流れるときに、ヒートシンクを通じて取り出されます。扉のフィルタはヒートシンクの隙間を目詰まりさせないために必要です。

## 5.17 均等な締付け圧力

SGCT への締付け圧力を、適切な水準に保つことは非常に重要です。素子を変更するとき、およびクランプが完全に緩んでいるときには、必ず次の手順に従って

1. クランプヘッドの圧力パッド表面にグリース(Alcoa EJC No. 2 または同等の製品)を薄膜状に塗布します。
2. ヒートシンクのボルトに 13.5 N-m (10 ft-lb)のトルクを加え、各ボルトを完全に 2 回転させて緩めます。
3. クランプを締めます。表示ディスクがわずかの抵抗を持って指で廻せるようになるまで締め込みます。
4. ヒートシンクのボルトに 13.5 N-m (10 ft-lb.)までトルクを加えます。最初に中央のヒートシンク、次に左、続いて右の順序でボルトを締めてください。
5. クランプの表示ディスクをチェックします。

## 5.18　締付け圧力のチェック

パワーケージ内の締付け圧力は、定期的に検査する必要があります。ドライブに電圧がかかっていないことを確認します。

**注意** 感電事故を防止するため、ドライブで作業する前に、主電源が断路されていることを必ず確認してください。適切な圧力検電器を使って、すべての回路に残留電圧がないことを確認します。これを怠ると、傷害事故や死亡事故につながる恐れがあります。

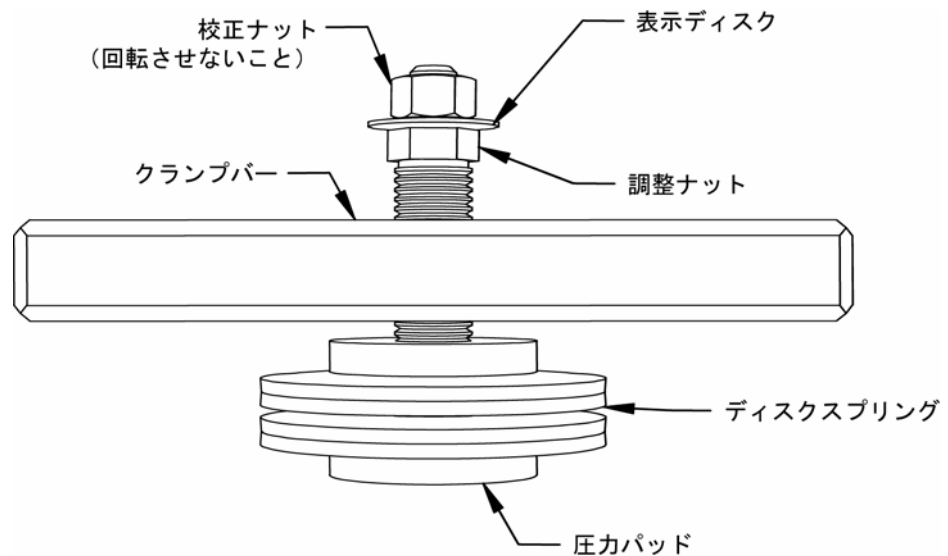



図 5.19　締付け(クランプ)装置

適切な押付け力(クランプヘッドの上に表示されています)がクランプ装置に加えられると、表示ディスクが指で廻すだけで軽く回転するようになります。ディスクが自由に回転する状態は不適切です。指でわずかに力を与えると回転する状態にします。

### 5.18.1　締付け圧力の調整

1. ドライブに電圧がかかっていないことを確認します。
2. 調整ナットは緩めないでください。締付け圧力を解放してしまうと、SGCT に均等な圧力がかかるようにするために、クランプ装置の取付けをやり直す必要があります。
3. 21mm のレンチを使って調節ナットを(上向きの回転で)締めます。表示ディスクがわずかの抵抗を持って指で廻せるようになるまで締めてください。ディスクが自由に回る状態は不適切です。

**重要**　表示ディスクの外側(鍛造棒の外端)にある固定ナットは絶対に回さないでください。このナットを回転させると、工場で設定したトルクの校正値に影響します。内側のナットだけで調整します(図 5.20を参照してください)。

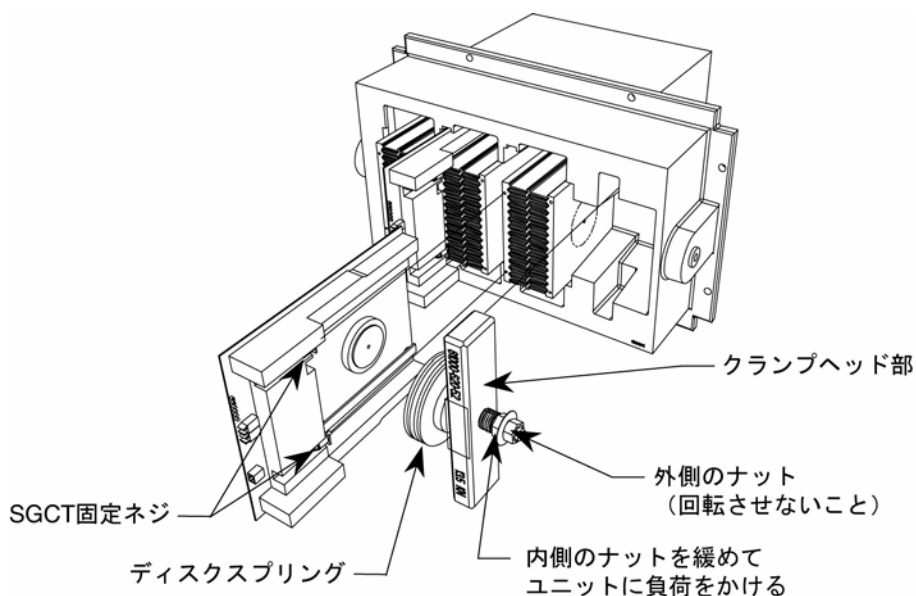



図 5.20　クランプ装置の詳細

## 5.19　温度検出

温度センサは、コンバータの 1 つのヒートシンク上、およびインバータの 1 つのヒートシンク上に、それぞれ 1 つずつ取り付けられています。温度センサはヒートシンク上に、温度フィードバック回路基板とともに取り付けられています。

1. ドライブに電圧がかかっていないことを確認します。

**注意**

感電事故を防止するため、ドライブで作業する前に、主電源が断路されていることを必ず確認してください。適切な圧力検電器を使って、すべての回路に残留電圧がないことを確認します。これを怠ると、傷害事故や死亡事故につながる恐れがあります。

2. 温度センサの交換に際しては、本書 2 ページの静電気関連の説明を参照してください。
3. 温度センサ付きヒートシンクを、パワーケージから取り外す必要があります。クランプ装置の押付け力を取り除きます(図 5.19を参照してください)。
4. 温度センサ付きのヒートシンクに固定されている電力素子基板(SGCTまたはSCR)を取り外します(図 5.15、図 5.16、または図 5.17を参照してください)。
5. 温度フィードバック回路基板から光ファイバーケーブルを取り外します。

6. ヒートシンクを固定している 2 つの M8 ネジを取り外します。
7. パワーケージから温度フィードバック回路基板と共にヒートシンクを取り外します。
8. 温度センサを回路基板に接続しているプラグを取り外します。
9. 温度センサをヒートシンクに取り付けているネジを取り外します。
10. 新しい温度センサとケーブルを取り付けます。
11. 温度センサとそのヒートシンク間に若干の電位差があることに注意してください。適切に機能させるためには、小さな絶縁パッドを温度センサとヒートシンクの間に取り付けること、および温度センサ取付けネジと温度センサの間に絶縁ブッシングを使うことが不可欠です(図 5.21を参照してください)。
12. 新しい温度センサの付いたヒートシンクの取付けでは、取外し手順を逆の順序で行ないます。
13. 「均等な締付け圧力」を参照して、ヒートシンクに均等な締付け圧力がかかるようにしてください。

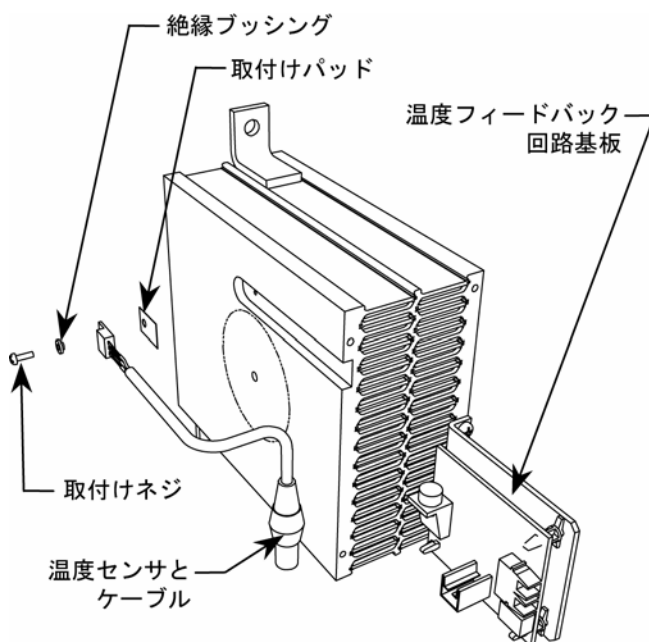



図 5.21　温度センサの交換

# 5.20　SGCT の交換

SGCT (Symmetrical Gate Commutated Thyristor、単に「素子」とも呼ばれます)が取り付けられている基板(SGCT 基板)は、パワーケージ内に位置しています。

SGCT は、特性が同じセット単位で交換する必要があります。

- 4160V 級システム：1 セットあたり 2 個
- 6600V 級システム：1 セットあたり 3 個

SGCT と、それに対応する制御基板が 1 つのコンポーネント(SGCT 基板)を形成します。素子単体または回路基板だけを個別に交換することはありません。SGCT 基板には 4 個の LED があります。それらの機能を下表に示します。

| | | |
|---|---|---|
| LED 4 | 緑 | 緑の点灯は、SGCT 基板への電源供給が正常であることを示します。 |
| LED 3 | 緑 | 緑の点灯は、ゲートーカソード間抵抗が正常であることを示します。 |
| LED 2 | 橙 | 点灯はゲートの「オン」を示し、ゲーティング中には LED 1 と交互に点滅します。 |
| LED 1 | 赤 | 点灯はゲートの「オフ」を示し、ゲーティング中には LED 2 と交互に点滅します。 |

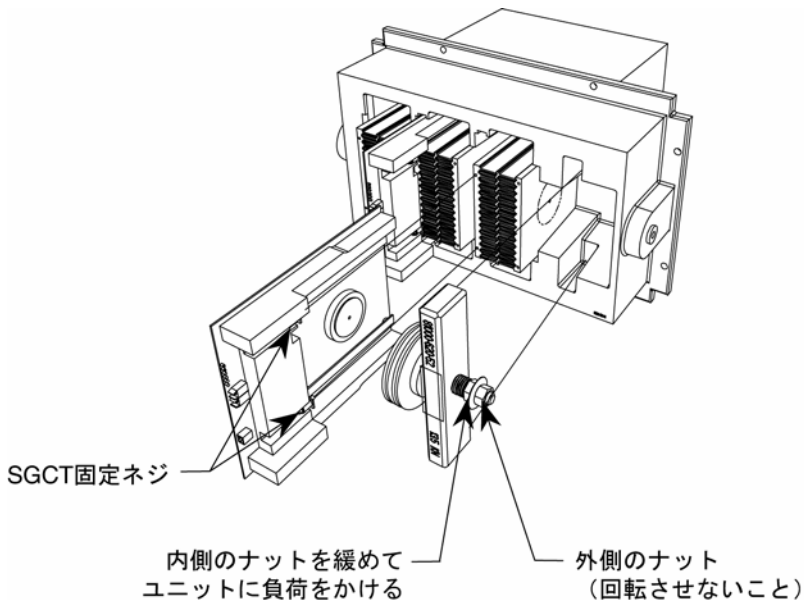



図 5.22　SGCT の交換

1. ドライブに電圧がかかっていないことを確認します。

**注意** 感電事故を防止するため、ドライブで作業する前に、主電源が断路されていることを必ず確認してください。適切な圧力検電器を使って、すべての回路に残留電圧がないことを確認します。これを怠ると、傷害事故や死亡事故につながる恐れがあります。

2. ユニットの光ファイバーケーブルの位置を確認します。
3. SGCT 基板を取り除くには、ゲートドライバの電源ケーブルと光ファイバーケーブルを取り外さなければなりません。光ファイバーケーブルに損傷をきたさないように、許容曲げ半径(50mm [2 インチ]) を超えないように注意します。

**注意** 光ファイバーケーブルは、強く打ち付けたり鋭く曲げたりすると損傷する恐れがあります。最小曲げ半径は 50mm (2 インチ)です。コネクタにはロック機構があり、つまみを指で挟んで真っ直ぐ、丁寧に引き出すようになっています。プリント回路基板上のコンポーネントが損傷を受けないように、しっかりと保持してください。

4. 5-26ページの「締付け圧力のチェック締付け圧力のチェック」で説明した要領で、クランプ装置の締付け圧力を解放します。
5. 基板は 2 つのブラケットでヒートシンクに固定されています。基板が自由に動くようになるまで固定ネジを緩めます。SGCT 基板が自由に動くようにするために、ヒートシンクの位置の調整が必要になることもあります。
6. 回路基板を真っ直ぐに引き出します。

**注意** SGCT は静電気によって破壊されたり、不具合を生じたりすることがあります。交換用の SGCT 基板を静電気保護袋から取り出す前に、取扱い担当者は必ず、適切な接地を行なってください。損傷した回路基板を使うと、関連するコンポーネントも損傷する恐れがあります。静電気への耐性が低い基板を取り扱う際には、接地したリストバンドを使うことを推奨します。

**重要** 1 アーム(レッグ)あたり 2 つ以上の素子を有するドライブでは、SGCT は特性が揃ったセットとしてシステムに組み込まれています。SGCT 基板を交換するときは、たとえ 1 個の SGCT だけが損傷している場合でも、対となっている両方の SGCT を一緒に交換しなければなりません。SGCT 基板は左から右に対になって整列されています(1+2、3+4、5+6 の対)。

7. 接地を確保した状態で、SGCT を静電保護袋から取り出します。
8. 柔らかい布と消毒用アルコールでヒートシンクを清掃します。

9. 新しいSGCT基板の接触面にグリース(Alcoa EJC No. 2または同等の製品)を薄膜状に塗布します。そのための方法としては、小さなブラシを使って接合極面に接合化合物を付着させ、それから産業用の拭取り布を使って接合極面をやさしく拭き、薄い膜を極面に作る方法を推奨します。先に進む前に、極の表面にブラシの毛が付着していないことを確認します。

**重要** 接合化合物の量が多すぎると、他の面が汚染され、システムの損傷を引き起こす恐れがあります。

10. 固定用ブラケットがヒートシンクの表面に触れるところまで、SGCT基板を滑らせて押し込みます。
11. ブラケット内の固定ネジを締めます。
12. 「均等な締付け圧力」を参照して、ヒートシンクに均等な締付け圧力がかかるようにしてください。
13. 電力ケーブルと光ファイバーケーブルを基板に接続します(光ファイバーケーブルが許容曲げ半径を超えないように注意してください)。

## 5.21 SCRとSCR用自己充電型ゲートドライバ基板の交換

SCR (Semiconductor-Controlled Rectifier)の交換方法も、SGCTの交換とほぼ同じです。ただし、SCRと回路基板をそれぞれ個別に交換できる点が異なります。

1. ドライブに電圧がかかっていないことを確認してください。

**注意**

感電事故を防止するため、ドライブで作業する前に、主電源が断路されていることを必ず確認してください。適切な圧力検電器を使って、すべての回路に残留電圧がないことを確認します。これを怠ると、傷害事故や死亡事故につながる恐れがあります。

2. ユニットの光ファイバーケーブルの位置を確認します。
3. SCRとSCR自己充電型ゲートドライバ(SPGD)基板を取り除くためには、(スナバ回路からの)ゲートドライバの電源ケーブルと光ファイバーケーブル、およびSCRゲートーカソード接続を取り外さなければなりません。光ファイバーケーブルに損傷をきたさないように、許容曲げ半径(50mm [2インチ])を超えないように注意します。

**注意**

光ファイバーケーブルは、強く打ち付けたり鋭く曲げたりすると損傷する恐れがあります。最小曲げ半径は50mm (2インチ)です。コネクタにはロック機構があり、つまみを指で挟んで真っ直ぐ、かつ丁寧に引き出すようになっています。プリント回路基板上のコンポーネントが損傷を受けないように、しっかりと保持してください。

4. 5-26ページの「締付け圧力のチェック」で説明した要領で、クランプ装置の締付け圧力を解放します。

5. 長いフィリップスドライバ(プラスドライバ)を使って 2 箇所の固定ネジを緩め、基板が自由に動くようにします。SCR が自由に動くようにするために、ヒートシンクの位置の調整が必要になることもあります。
6. SCR と SCR 用 SPGD 基板を真っ直ぐに引き出します。
7. 接地を確保した状態で、ゲートーカソード間のフェニックスコネクタを SCR 用 SPGD 基板から引き抜きます。

**注意**

**SCR と SCR 用 SPGD 基板は、静電気によって破壊されることがあります。交換用の SCR と SCR 用 SPGD 基板を静電気保護袋から取り出す前に、取扱い担当者は必ず、適切な接地を行なってください。損傷した回路基板を使うと、関連するコンポーネントも損傷する恐れがあります。静電気への耐性が低い基板を取り扱う際には、接地したリストバンドを使うことを推奨します。**

**重要** **ゲートとカソード用のリード線は、SCR の向きの調整には絶対に使わないでください。これらの接続は感度が高いため、素子の向きを調整するときには、素子本体の向きを変えてください。**

SCRの交換は、以下の8～11および15～18のステップに従います。

SCR 用 SPGD 基板の交換は、以下の 12～18 のステップに従います。

8. ゲートーカソード配線を固定している覆いを緩め、SCR をユニットから取り外します。
9. 新しい素子を元の SCR と同じ位置に同じ向きで取り付け、同じ覆いを使ってゲートーカソード配線をしっかりと固定します。
10. ゲートーカソード用のフェニックスコネクタをゲートドライバ基板に接続します。
11. 新しい SCR の接触面にグリース(ALCOA EJC No. 2 または同等の製品)を薄膜状に塗布します。そのための方法としては、小さなブラシを使って接合極面に接合化合物を付着させ、それから産業用の拭取り布を使って接合極面をやさしく拭き、薄い膜を極面に作る方法を推奨します。先に進む前に、極の表面にブラシの毛が付着していないことを確認します。

**重要** **接合化合物の量が多すぎると、他の面が汚染され、システムの損傷を引き起こす恐れがあります。**

12. 作業者が接地した状態で、長いフィリップスドライバ(プラスドライバ)を使って、赤色ガラス繊維基板上のブラケットに SCR 用 SPGD 基板を固定している 2 つのネジを取り外します。このネジは保管しておきます。
13. SCR 用 SPGD 基板をガラス繊維のユニット基板に固定している 4 つのプラスティック製クリップを引き抜きます。このクリップは保管しておきます。
14. 新しい SCR 用 SPGD 基板を 4 つのプラスティック製クリップを使ってユニットに取り付け、ネジを使って基板を金属ブラケットに固定します。
15. 柔らかい布と消毒用アルコールでヒートシンクを清掃します。

16. SCR と SCR 用 SPGD 基板を滑らせながら元の位置まで押し込み、取付け用ブラケットをヒートシンクに接触させます。フィリップスドライバ(プラスドライバ)を使って基板をヒートシンクに締め付け、固定します。

17. 「均等な締付け圧力」で前述した方法で、締付け圧力を再び加えます。

18. 制御電力ケーブルと光ファイバーケーブルを基板に接続します(光ファイバーケーブルが許容曲げ半径を超えないように注意してください)。

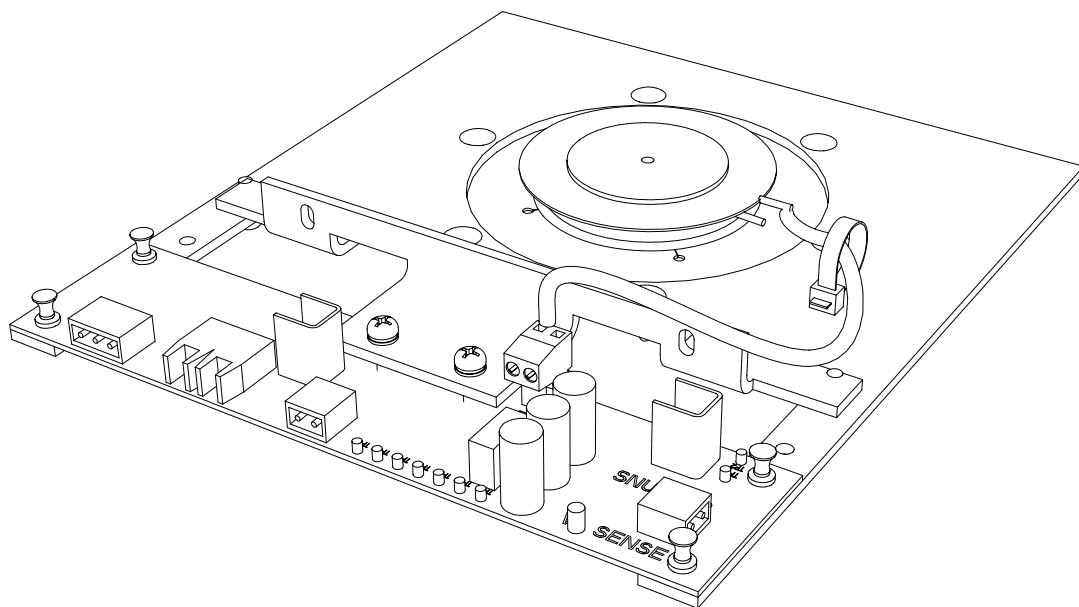
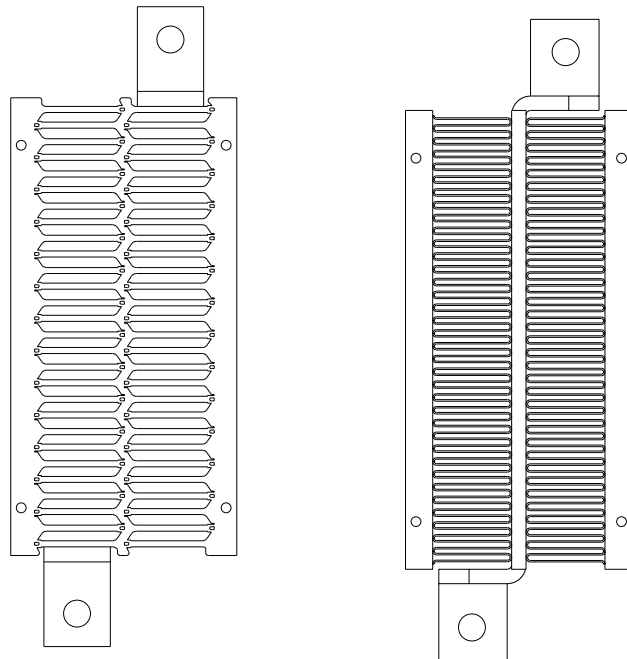



図 5.23　SCR と SPGD 基板

## 5.22 ヒートシンクの交換

PowerFlex 7000 ドライブには、電流定格と温度要件によって 2 種類のヒートシンクが使われています。軽いアルミ製のヒートシンクは空隙が狭く、非常に細かい風量パターンを持っています。重い銅製のヒートシンクは大きな風量を確保するため大きな開口部を持っており、通常はヒートシンクの前部に風量を制限するためのグリルが設けられています。

**アルミ製ヒートシンク** **銅製ヒートシンク**

銅製ヒートシンクの重量は約 9kg (20 ポンド)、アルミ製は約 4kg (9 ポンド) です。

1. ドライブに電圧がかかっていないことを確認します。

**注意**

**感電事故を防止するため、ドライブで作業する前に、主電源が断路されていることを必ず確認してください。適切な圧力検電器を使って、すべての回路に残留電圧がないことを確認します。これを怠ると、傷害事故や死亡事故につながる恐れがあります。**

2. 5-26ページの「締付け圧力のチェック」で説明した要領で、クランプ装置の締付け圧力を解放します。
3. 5-24～5-27 ページの説明に従って、交換するヒートシンクから SGCT または SCR を完全に取り外します。
4. ヒートシンクは 2 本のボルトでパワーケージに固定されています。これらの 13mm ボルトを、敏感なゲートドライブ基板にいっさい接触せずにボックスレンチで取り外すには、ボルトに何らかのエクステンダ(工具を使えるようにボルトに継ぎ足す補助的な装置)を使用する必要があります。

5. 2 本のボルトを緩め、ヒートシンクを慎重にパワーケージから取り外します。
6. 新しいヒートシンクを取り付け、ボルトを手で硬く締め込みます。
7. 5-24～5-27 ページの説明に従って、SGCT または SCR を交換します。
8. 「均等な締付け圧力」を参照して、ヒートシンクに均等な締付け圧力がかかるようにしてください。

## 5.23 パワーケージガスケット

通気が必ずヒートシンクのスロットを通るようにするには、空気が洩れそうなすべての部分をゴム製のガスケットで密封します。このガスケットは、パワーケージ表面とヒートシンクモジュールの間に置かれています。SGCT または SCR の冷却を適切に維持するため、ガスケットは所定の位置に取り付けなければなりません。

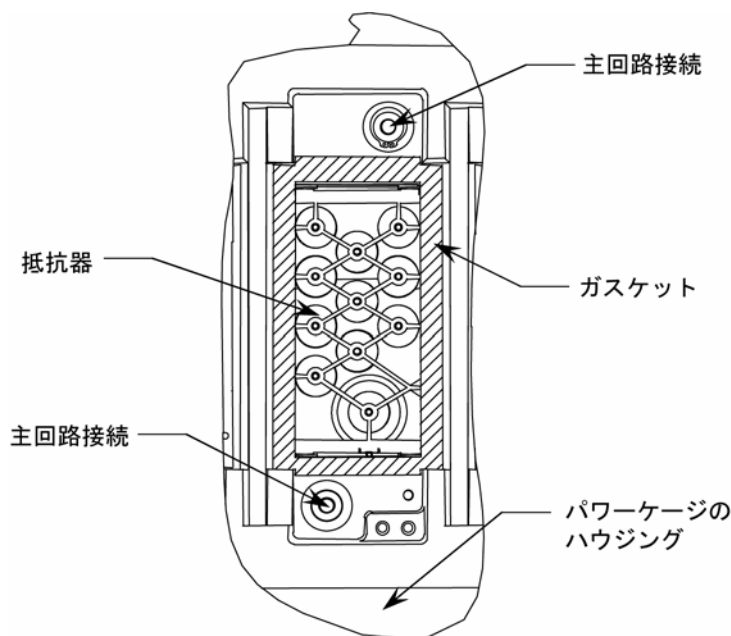



図 5.24　パワーケージのガスケットの位置

### 5.23.1 パワーケージガスケットの交換

ガスケットは通常、交換する必要はありませんが、傷がついたような場合など、交換が必要となることもあります。

### 5.23.2 古いガスケット材の除去

すべての取外し可能なガスケット材を手で取り除きます。刃先の鋭いナイフで、ガスケット材を可能な限り削ぎ落します。パワーケージをナイフで傷つけないように注意してください。通常、ガスケット材を完全に取り除くことはできません。ボンドを塗るための平らな面を残しながら、できるだけ多く取り除きます。取り外したガスケット材をすべて除去します。続いて、ガスケットの取付けに進みます。

パワーケージは一般的な家庭用クリーナを使って清掃してください。トラッキング劣化(絶縁劣化)の原因になるため、パワーケージ上には**絶対にスプレーしないでください**。クリーナを紙タオルに噴き付け、ガスケットを取り付ける位置のパワーケージ表面を拭きます。蒸留水で表面をスプレーし、クリーナを洗い流します。表面を清潔な紙タオルで拭きます。

ロクタイト 454 (Loctite 454)接着剤を、標準のノズルサイズでパワーケージの表面に薄く、ジグザグに塗布します。ノズルの先端を使って、塗布する面積の 50%以上に接着剤を広げます。ガスケットを貼るときまで粘着液が湿ったままの状態を保つように、十分な量を塗布してください。この接着剤は硬化するときに空気中の湿気を使います。湿度が高いほど早く硬化します。

| 重要 | この接着剤は、あらゆる素材(指を含む)をすばやく接着するため、扱いに注意してください。 |
|---|---|

ガスケットを正しい向きに置きます。ヒートシンクの開口部を中心として、狭い端部が測定ポイントに最も近くなるように置いてください。ガスケットの多孔性の面をパワーケージ側にします。ガスケットはすぐに接着します。15～30 秒間ガスケットを押し付けておきます。

ガスケットをすべて取り付けたら、適切に接着されていることを確認します。接着が十分でない部分は、すべて修繕してください。

## 5.24 パワーケージの取外し

1. ドライブに電圧がかかっていないことを確認します。

注意

**感電事故を防止するため、電圧検出基板で作業する前に、主電源が断路されていることを必ず確認してください。適切な圧力検電器を使って、すべての回路に残留電圧がないことを確認します。これを怠ると、傷害事故や死亡事故につながる恐れがあります。**

2. パワーケージを取り外す前に、コンポーネントの損傷を避けるために、パワーケージ内のすべてのコンポーネントを取り外す必要があります。締付け圧力の解放と、SGCT または SCR、回路基板、および温度センサの取外しの方法は、本章の該当箇所を参照してください。

注意

**SGCT と SCR は、静電気によって破壊されたり、破損したりすることがあります。パワーケージから回路基板を取り出す前に、取扱い担当者は適切に接地していなければなりません。破損した基板を使うと、関連するコンポーネントも損傷を受ける可能性があります。取扱いに際しては、接地用のリストバンドを使うことを推奨します。**

3. ヒートシンクをパワーケージに取り付けているフランジ内の 2 本の 13mm ボルトを取り外し、ヒートシンクをパワーケージから取り外します。これによりパワーケージの重量が軽減され、取扱いが容易になります。

4. パワーケージ自体を取り外すには、外部フランジ上のボルトを取り外す必要があります。パワーケージを慎重に持ち上げて下ろし、前面を下にして置きます。パワーケージを取り換えるとき、これらのボルトを締め過ぎないように注意してください。

**重要**　**パワーケージは重いため、傷害事故やモジュールの損傷を予防するためにも、ドライブからパワーケージを取り外す作業は２人で行なうことを推奨します。**

5. 個々のコンポーネントの交換方法は、本章の該当箇所を参照してください。

6. パワーケージを交換するとき、外部フランジの各ボルトは最初、緩めに取り付けてください。その後、1 つのフランジを締めたら、次は反対側のフランジを締めるという要領で、モジュールが均等に固定されるように交互に締め込みます。パワーケージのボルトを締め込むときに推奨される順序を、図 5.25に示します。

**注**：この図は、持ち上げやすいようにスイッチング素子、ヒートシンク、およびクランプを取り外した状態のパワーケージを示しています。

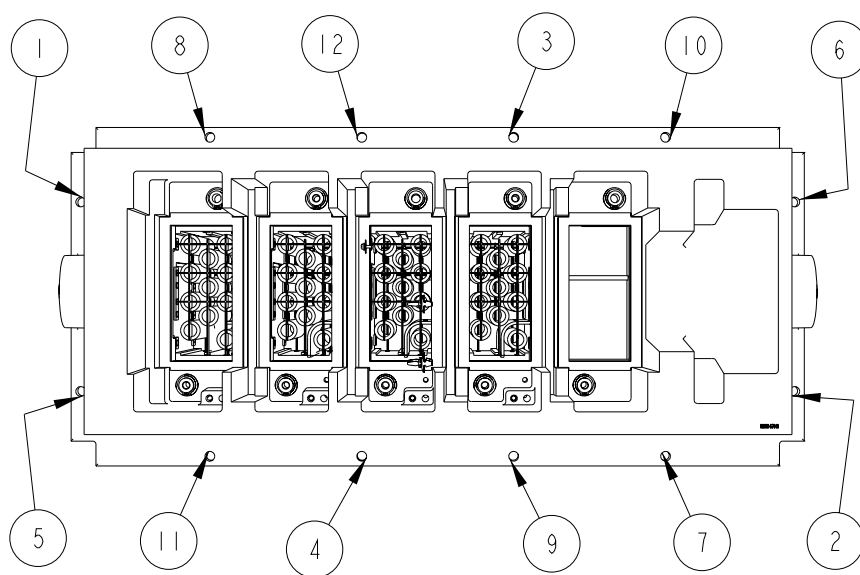



図 5.25　推奨するボルト締めの順序

7. 取り外したときの逆の手順で、内部のコンポーネントを元の場所に取り付けます。

# 5.25　スナバ抵抗

スナバ抵抗はスナバコンデンサに直列に接続されています。これら全体が各サイリスタ(SCR または SGCT)に接続される単純な RC スナバを形成しています。スナバ回路の役割は、サイリスタにかかる dv/dt ストレスを軽減し、スイッチング損失を減少させることです。スナバ抵抗は、並列接続された複数の巻線型抵抗器のセットです。並列される抵抗器の数はサイリスタのタイプと構成、およびドライブのサイズによって異なります。

## 5.25.1　スナバ抵抗のテスト

スナバ抵抗の抵抗値を、抵抗器の両端でテストする必要はありません。パワーケージ内のヒートシンクの下部に、スナバ回路の測定ポイントがあります。個々の素子ごとに 1 つの測定ポイントがあります。抵抗値の確認は、第 4 章「試運転調整」で説明した手順に従ってください。

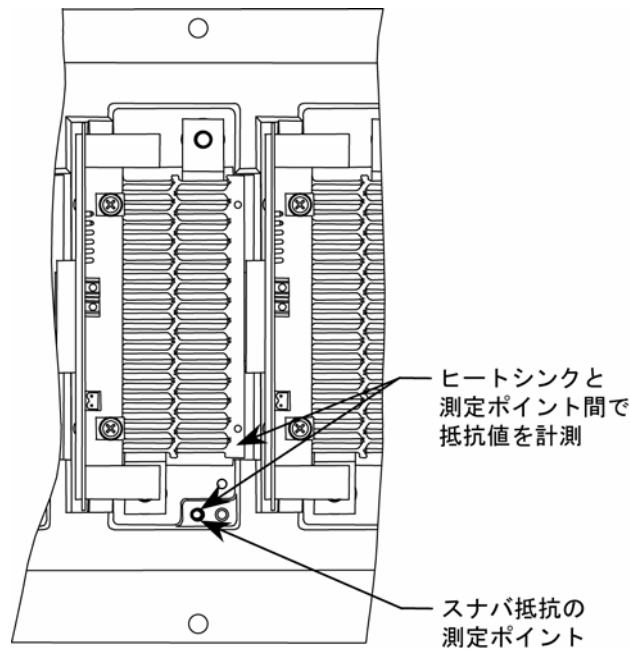



図 5.26　スナバ抵抗のテスト

## 5.26 スナバ抵抗と並列抵抗の交換

スナバ抵抗と並列抵抗は、パワーケージの背面にある抵抗器バンクの中にあります。

1. パワーケージを「パワーケージの取外し」で説明した方法で取り外します。
2. 正しく交換するためにリード線の場所を確認します。
3. 抵抗器バンクの底部にあるリード線を外します。

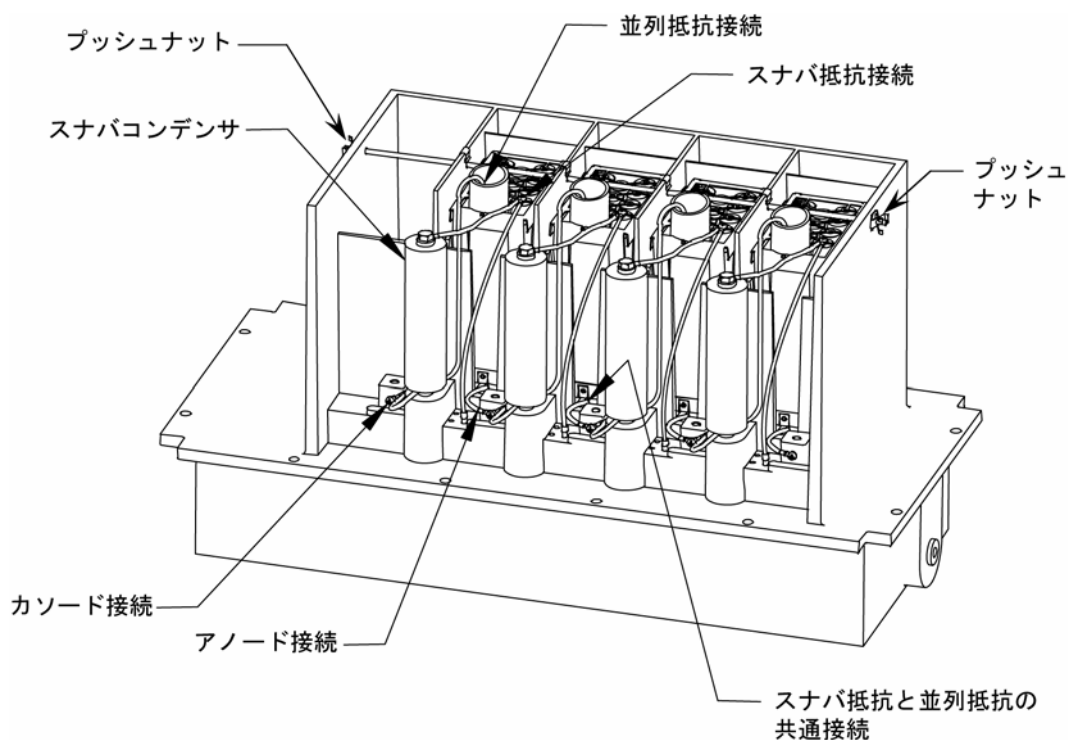



図 5.27　パワーケージの取外し(SGCT 用パワーケージの場合)

4. 保持棒の端にある蝶(プッシュ)ナットを取り外します。クリップを一緒に摘んで取り外します。保持棒を引き抜きます。

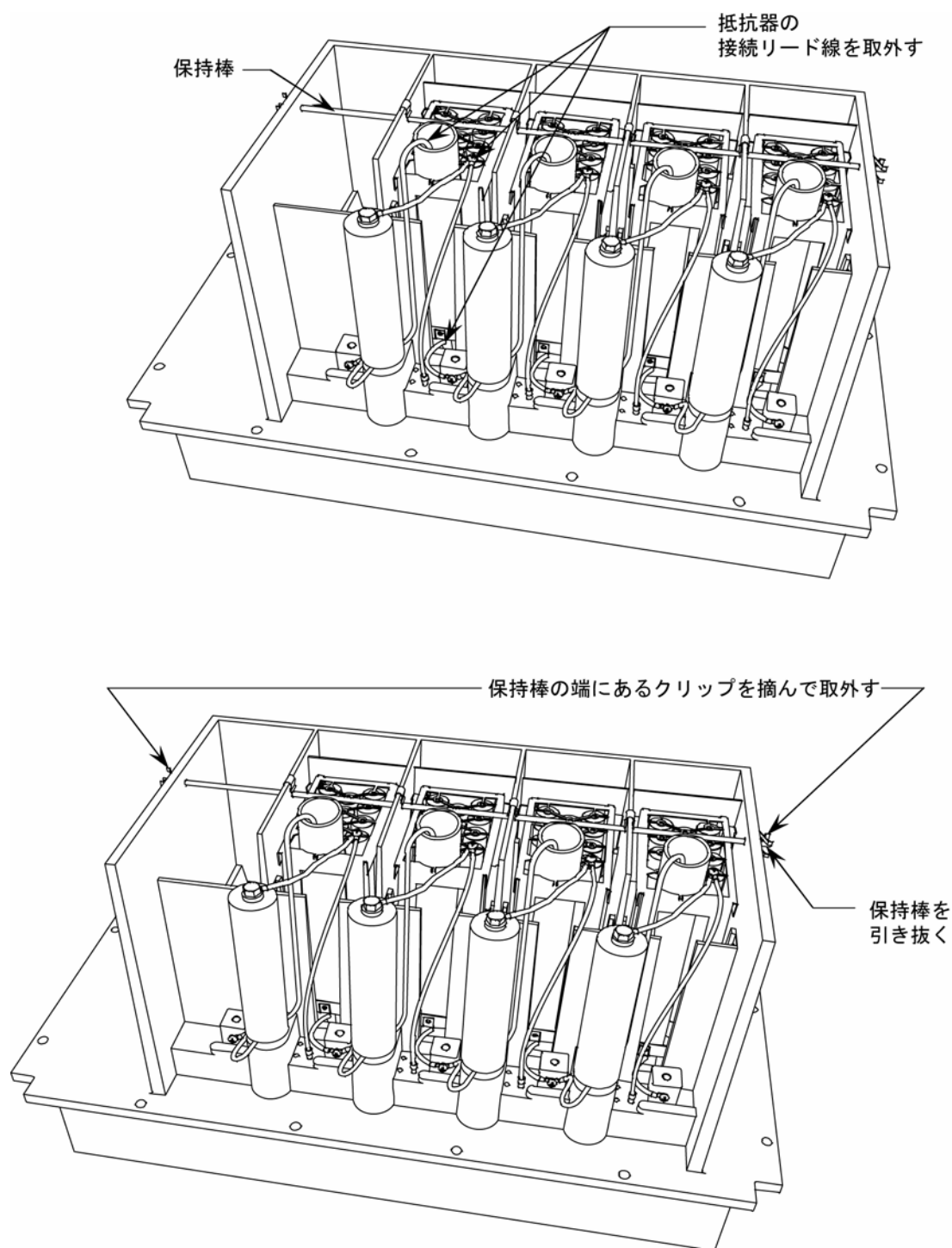



図 5.28　スナバ抵抗と並列抵抗の交換

5. スナバ抵抗ユニットをパワーケージに固定するためにシリコンジェルが使われています。また、工場からの輸送中に抵抗器バンクが受ける可能性がある損傷を最小限に抑えるためにも、シリコンジェルは使用されます。新しい抵抗器バンクを挿入する際に、シリコンジェルを補充する必要はありません。抵抗器バンクをパワーケージから取り外します。

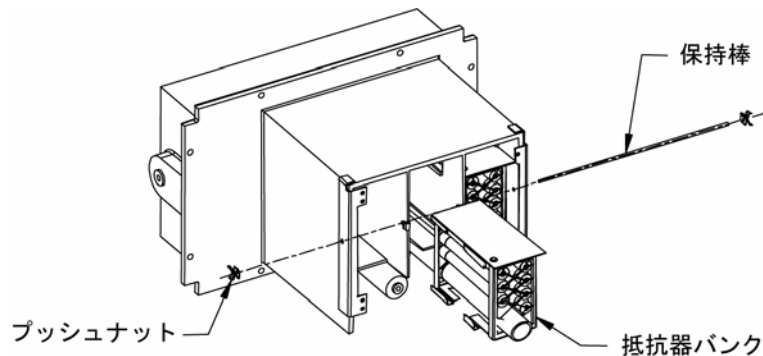



図 5.29　パワーケージからの抵抗器バンクの取外し

6. 新しい抵抗器バンクをパワーケージに取り付けます。
7. 保持棒を所定の場所に滑らせて挿入し、クリップを差し込んで蝶ナットでとめます。
8. 抵抗器バンクにリード線を接続します。
9. 「パワーケージの取外し」のところで説明した方法でパワーケージを据え付けます。

## 5.27　並列抵抗

並列抵抗は、特性が同じ素子のセットを直列接続する場合に、各素子の電圧分担を等しくするために使われます。2300V 級の SGCT 用パワーケージには、特性が同じ素子のセットが不要なため、並列抵抗はありません。

SCR 用パワーケージには、特性が同じ素子セットが不要な場合でも、常に並列抵抗が必要です。SCR パワーケージの並列抵抗は診断機能で使われます。

### 5.27.1　並列抵抗のテスト

並列抵抗の抵抗値は、パワーケージを盤から取り外さなくても確認できます。第 4 章「試運転調整」で説明している手順に従ってください。

**SGCT 用パワーケージ**

スナバ回路を図 5.30に示します。図 5.31は、スナバ回路の物理的な位置を示しています。抵抗値を 2 つの隣り合ったヒートシンク間で計測します。抵抗値が 60～75 kΩの範囲内であれば、並列抵抗は正常に機能しています。

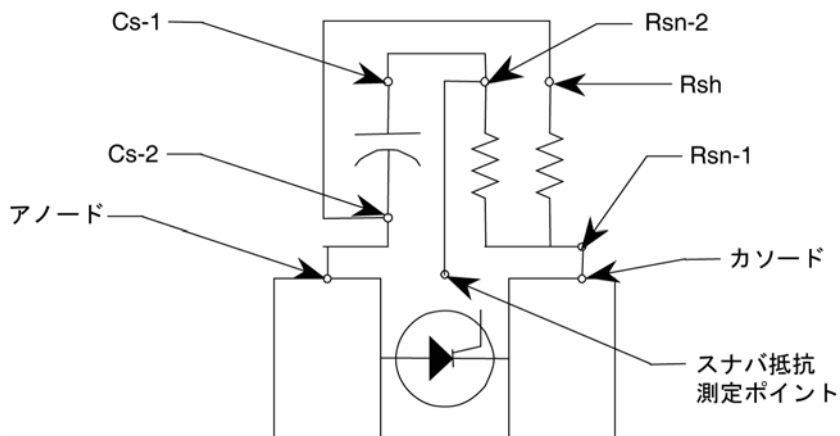



図 5.30　SGCT モジュールのスナバ回路

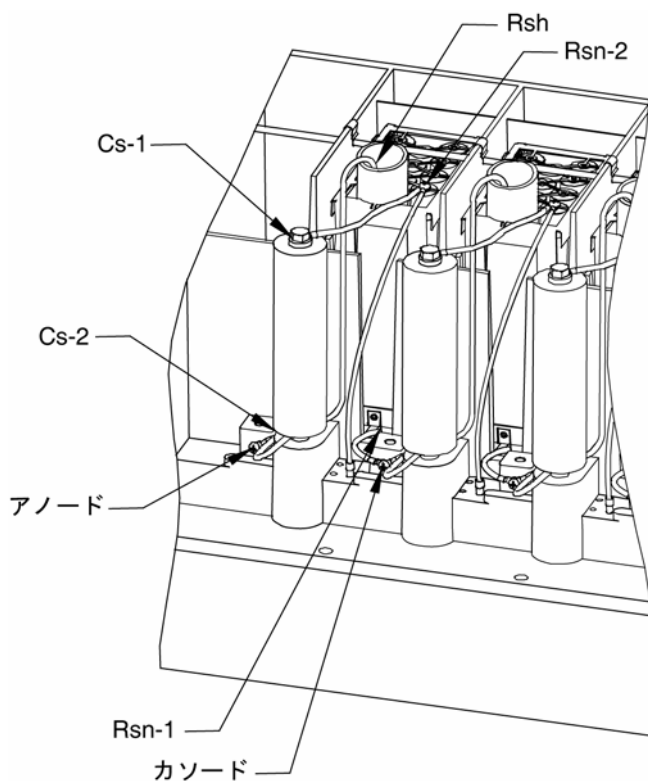



図 5.31　SGCT モジュールのスナバ回路ユニット

### 5.27.2 並列抵抗の交換

並列抵抗は通常、スナバ抵抗ユニットの一部です。並列抵抗を交換するには、スナバ抵抗も交換する必要があります。

並列抵抗とスナバ抵抗は通常、パワーケージの背面に置かれています。並列抵抗の取外しと交換の方法は、本章の該当箇所を参照してください。

**SCR 用パワーケージ**

スナバ回路を図 5.32に示します。図 5.33は、スナバ回路の物理的な位置を示しています。

ゲートドライバ基板上で「TB1」と銘記されている 2 極のプラグを取り外します。ゲートドライバ基板上の「V.SENSE」とラベルされた点に接続されているプラグ上の点と、アノード側ヒートシンクの間の抵抗値を計測します。計測値が 80 kΩ であれば、並列抵抗は正常に機能しています。

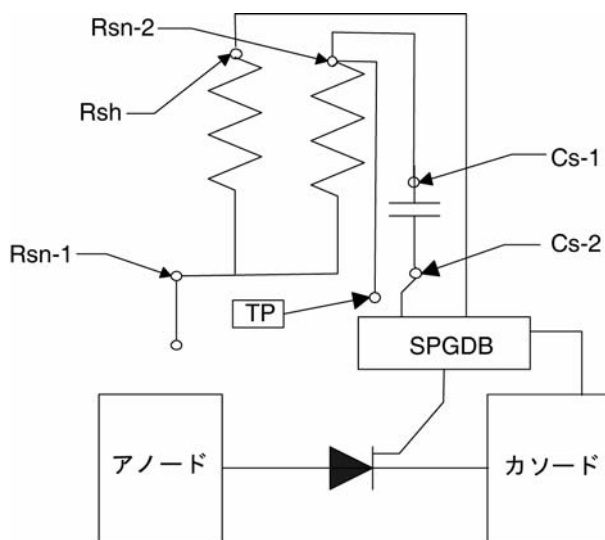



図 5.32　SCR コンバータモジュールのスナバ回路

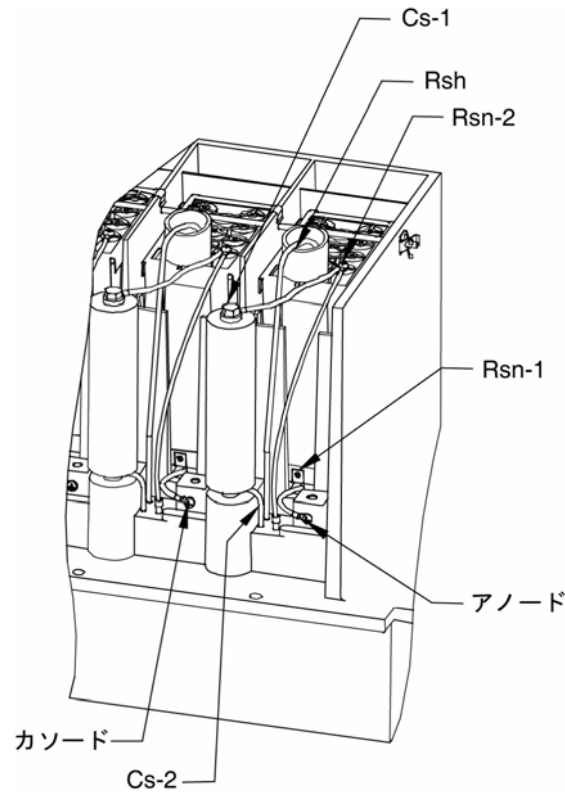



図 5.33　SCR コンバータモジュールのスナバ回路ユニット

### 5.27.3 抵抗値計測

アノード−カソード間抵抗値のチェックでは、並列抵抗と SGCT のアノード−カソード間抵抗を並列接続した抵抗値を計測します。並列抵抗の抵抗値は正常な SGCT の抵抗値よりはるかに小さいため、計測結果は実際の並列抵抗よりも若干小さな値になります。計測値が 60〜75 kΩ の範囲内であれば SGCT は正常に機能しており、SGCT との接続にも問題ありません。SGCT が壊れている場合は短絡しており、抵抗値は 0Ω になります。アノード−カソード間抵抗値をチェックすると 0Ω になっているはずです。

パワーケージ内には、スナバ抵抗の抵抗値とスナバコンデンサのキャパシタンスを計測するための測定ポイントが用意されています。スナバ抵抗とスナバコンデンサ間の接続が測定ポイントです。スナバ抵抗値とスナバキャパシタンス値を計測するためには、テスタのプローブの 1 つを測定ポイント上に接続し、他のプローブを適切なヒートシンクに接続します(図 5.34を参照してください)。

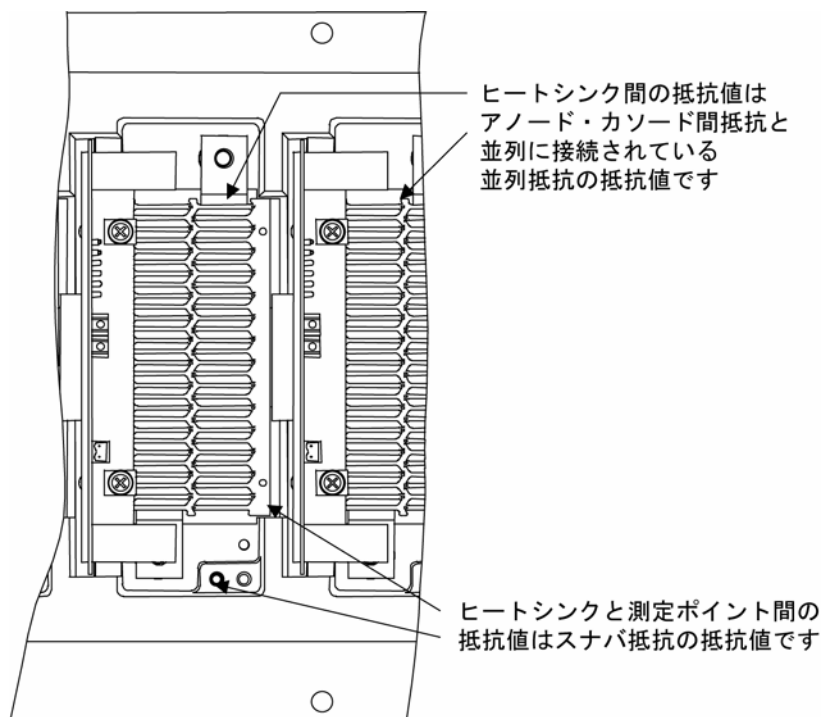



図 5.34　SGCT パワーケージの抵抗計測

## 5.28　自己充電型ゲートドライバ基板(SPGDB)

### 5.28.1　説明

この基板は、ドライブの入力側コンバータ回路に SCR が適用されているときに使われます。SCR は点弧するために点弧信号を必要とし、それが自己充電型ゲートドライバ基板(SPGDB)によって供給されます。

SPGDB は、ドライブのプロセッサから光ファイバーを通じて光信号で伝送される信号を受信します。SPGDB の電源は SCR のスナバネットワークから供給されます(この回路設計は、ロックウェル・オートメーションが保有する特許です)。このユニークな設計により、SPGDB は SCR に供給するエネルギの総量を節約することができます。その結果、ドライブの運転に必要とするエネルギ量も軽減され、ドライブの運転効率が高まります。

この基板では SCR の健全度もチェックされます。この基板には、SCR の状態を診断するために必要なハードウェアが搭載されています。健全度の状態は、光ファイバーケーブルを通じて光信号としてドライブのプロセッサに伝達されます。

### 5.28.2　基板の校正

この基板を現場で校正する必要はありません。

### 5.28.3 測定ポイントの説明

TP1 – SCRゲート出力(点弧パルスを見るときはオシロスコープをTP1 と TP2 の間に接続します)
TP2 – SCR カソード出力
TP3 – TP2 を参照点にする TP1 を除いて、この点がその他すべての信号の参照点になります。
TP4 – SPGDB の運転に用いられる 20 V の電路
TP5 – SPGDB の運転に用いられる 5 V の電路
TP6 – 制御されている SCR の両端の抵抗から検出される電圧値
TP7 – トリガ信号。制御対象の SCR が点弧し、両端電圧が消滅した後、一定時間にわたって能動状態で残留します。
TP8 – 制御されている SCR を間接的に点弧させる内部点弧信号
TP9 – 適切な光ファイバーケーブルを通じてドライブ制御基板から受信される点弧指令信号

SGPDB 上の橙色の LED (LED 1)は、制御されている SCR が、SCR をターンオンするために使う点弧電流を流していることを示しています。

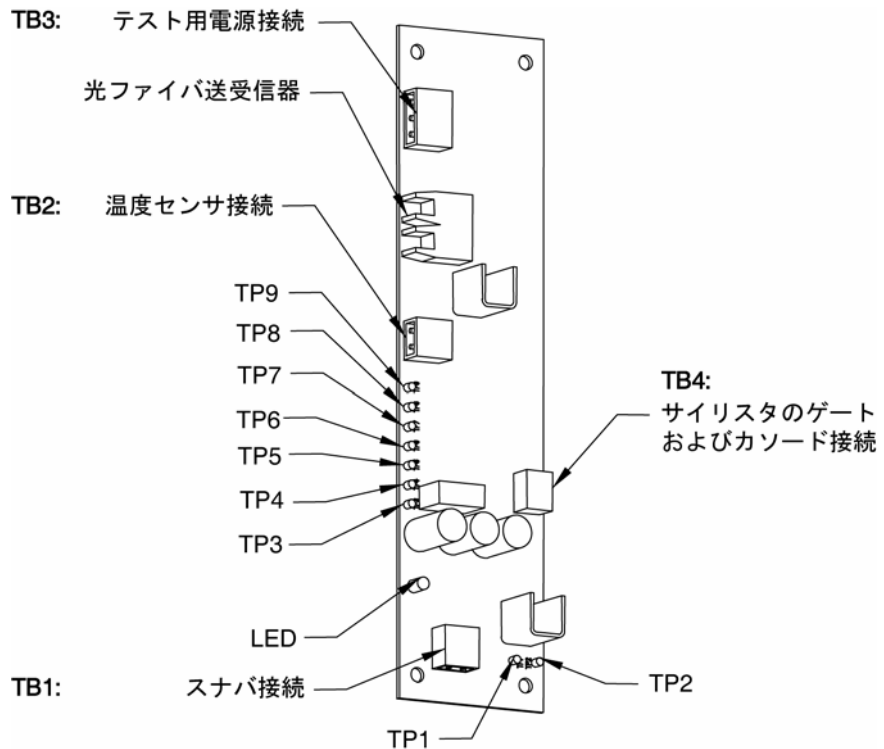



図 5.35　自己充電型ゲートドライバ基板

### 5.28.4 端子/接続の説明

TB1-1 – SPGDB 運転用にスナバからエネルギを引き出している SCR スナバ回路(コンデンサ接続端)への接続
TB1-2 – 稼動している SCR の導通状態を表示する SCR 用検出抵抗への接続
TB2-1 – 温度検出基板への+20V 電源接続。温度検出センサへの電源供給用
TB2-2 – 温度検出センサへの+20V 電源のコモン接続
TB3-1 – ドライブの試運転調整あるいは SPGDB のテスト用+15V 電源接続
TB3-2 – テストモードのとき SPGDB が SCR を点弧できるように、人為的な検出電圧信号を供給。適切なテスト電源ケーブル(P/N: 80018-298-51)を使うと、この入力は電圧検出信号を得るために TB3-1 に短絡されます
TB3-3 – テスト電源に使われる+15V 電源のコモン接続
TB4-2 – 制御されている SCR へのカソード接続
TB4-1 – 制御されている SCR へのゲート接続
OP1 – 青色の光ファイバーケーブル用ソケット(プロセッサからの点弧パルス信号)
OT1 – 灰色の光ファイバーソケット(SCR の状態診断)

# 5.29 SCR 自己充電型ゲートドライバ基板のテスト手順

## 5.29.1 テストに必要な機器

- ディジタルオシロスコープ
- デューティサイクル制御付き関数発生器
- 直流電源(必要容量は+15V @ 300 mA 以上)
- ディジタルマルチメータ(テスタ)
- 温度センサ基板(80190-639-02)

**手順**

1. クランプされた ABB #5STP03D6500 SCR に、SPGDB (TB4-1/TB4-2)のゲートーカソード用リード線を接続する。
2. 温度センサ基板を TB2-1/TB2-2 端子に取り付ける。
3. +15V テスト電源を端子 TB3-1 と TB3-3 (TB3-1 へは+15V、TB3-3 は+15V の帰還線)に接続する。TB3-2 は接続しないでおく。
4. TP4 と TP3 間を計測する。計測値は+14.4V、+/-100mV であること。
5. TP5 と TP3 間を計測する。計測値は+5.0V、+/- 250mV であること。
6. TB2-1 と TB2-2 間を計測する。計測値は+14.4V、+/-100mV であること。
7. U4-2 番ピンと COM 間を計測する。計測値は+1.0V、+/- 100mV であること。
8. U4-3 番ピンと COM 間を計測する。計測値は 0V であること。
9. U4-2 番ピンと COM 間を計測する。計測値は+3.6V、+/- 100mV であること。
10. OT1 LED が消灯していることを確認する。
11. TP7 と TP3 間を計測する。計測値は 0V であること。
12. TP9 と TP3 間を計測する。計測値は+5.0V、+/- 250mV であること。
13. TP8 と TP3 間を計測する。計測値は 0V であること。
14. TP1 と TP2 間を計測する。計測値は 0V であること。
15. TB3-1 と TB3-2 間をジャンパー接続し、TP6 の電圧が+2.2V、+/-100mV であることを確認する。
16. 60Hz、33%デューティサイクル信号を OP1 光ファイバー入力に供給する。
17. 送信機診断 LED (OT1)が点灯していることを確認する。
18. TP9 とTP8 の信号が図 5.36に示すような波形であることを確認する。
19. TP1 とTP2 間の信号が、図 5.37および図 5.38に示すような波形であることを確認する。
20. TB3-1 と TB3-2 間のジャンパー接続を取り外す。
21. 一定の光ファイバー信号を OP1 の入力に供給する。
22. 60 Hz、33%デューティサイクル信号を 0〜+2Vのレベルで、TB1-2 入力とCOM間にかける。その信号が図 5.39および図 5.40のような波形であることを確認する。図 5.40でU4-7 番ピンパルスの立上り部時間とTP7 信号の立下り部時間は 220µS、+/-20µS以内であることに注意する。

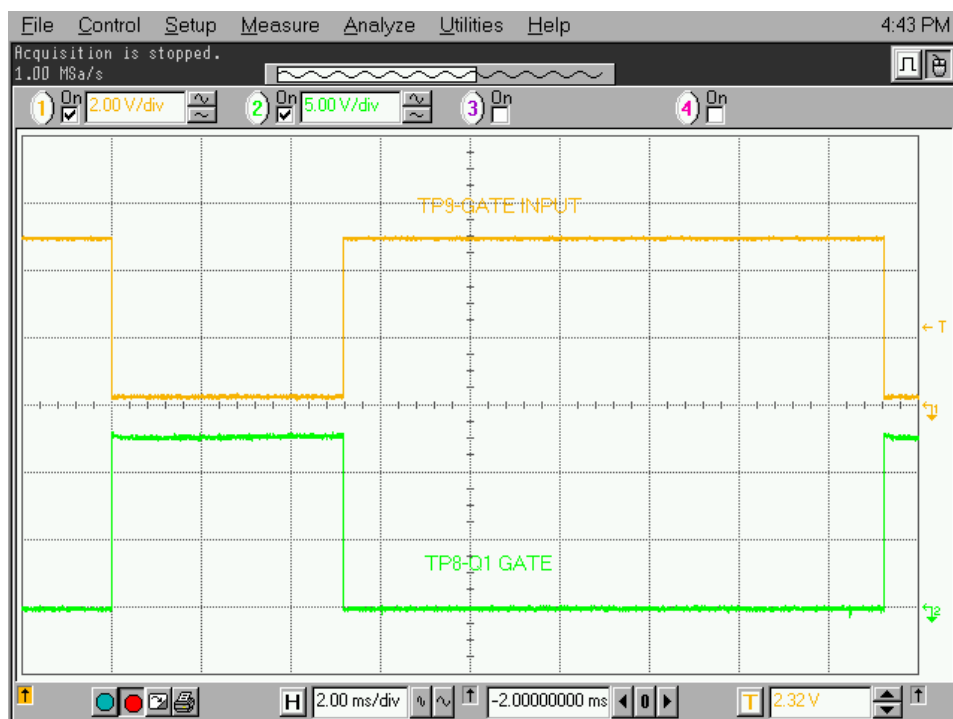



図 5.36　ゲーティングパルス

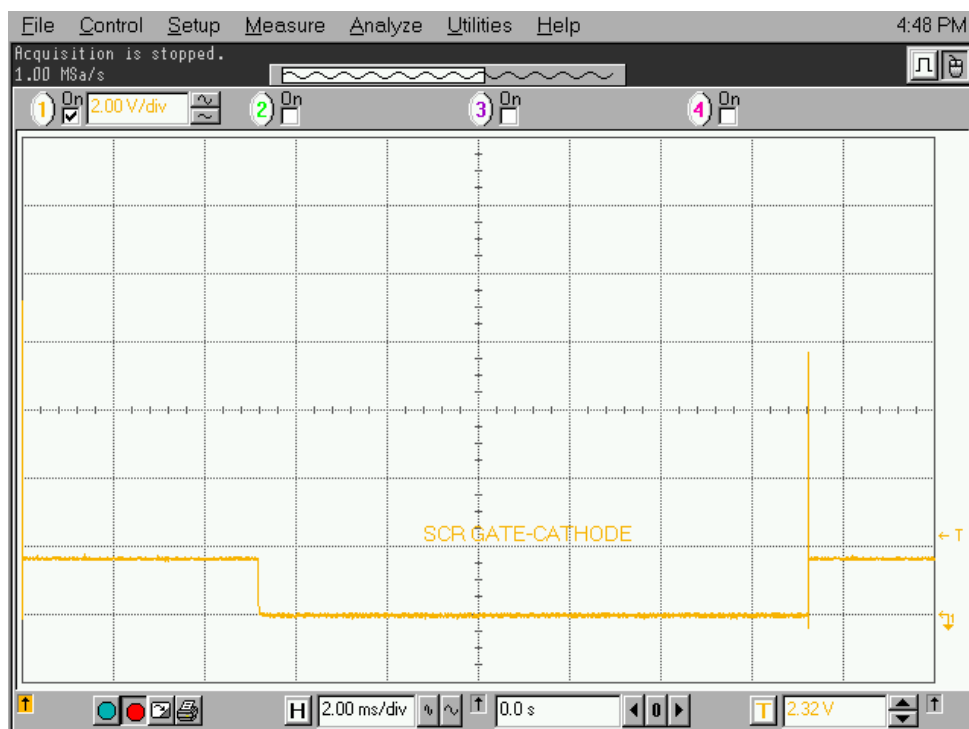



図 5.37　SCR ゲーティングパルス

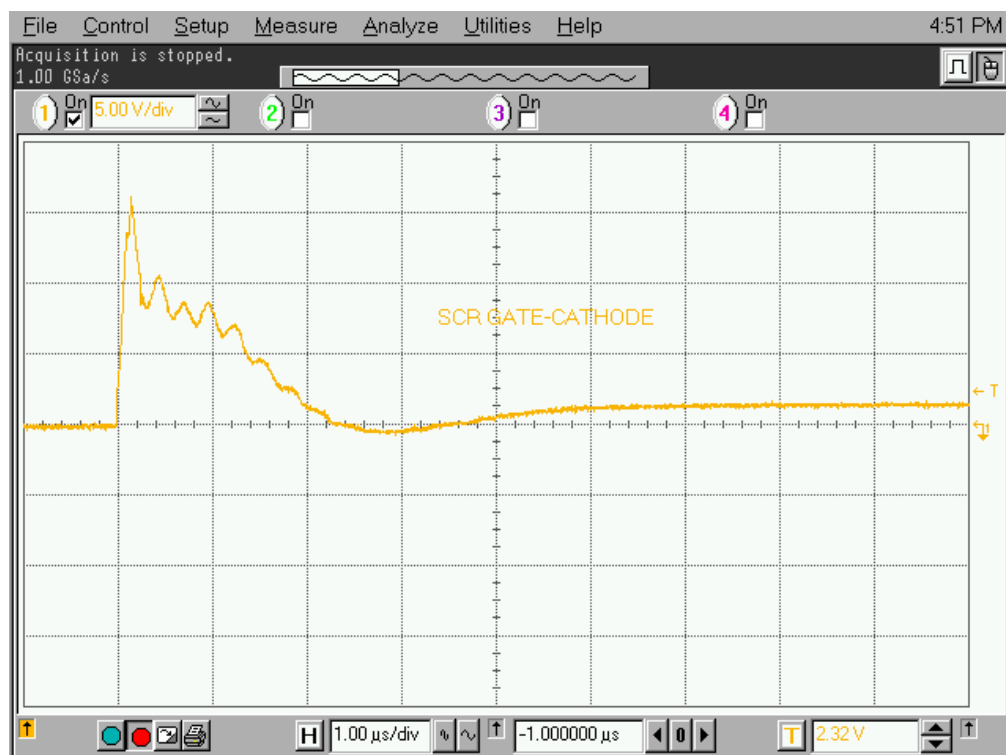



図 5.38　拡張した SCR ゲーティングパルス

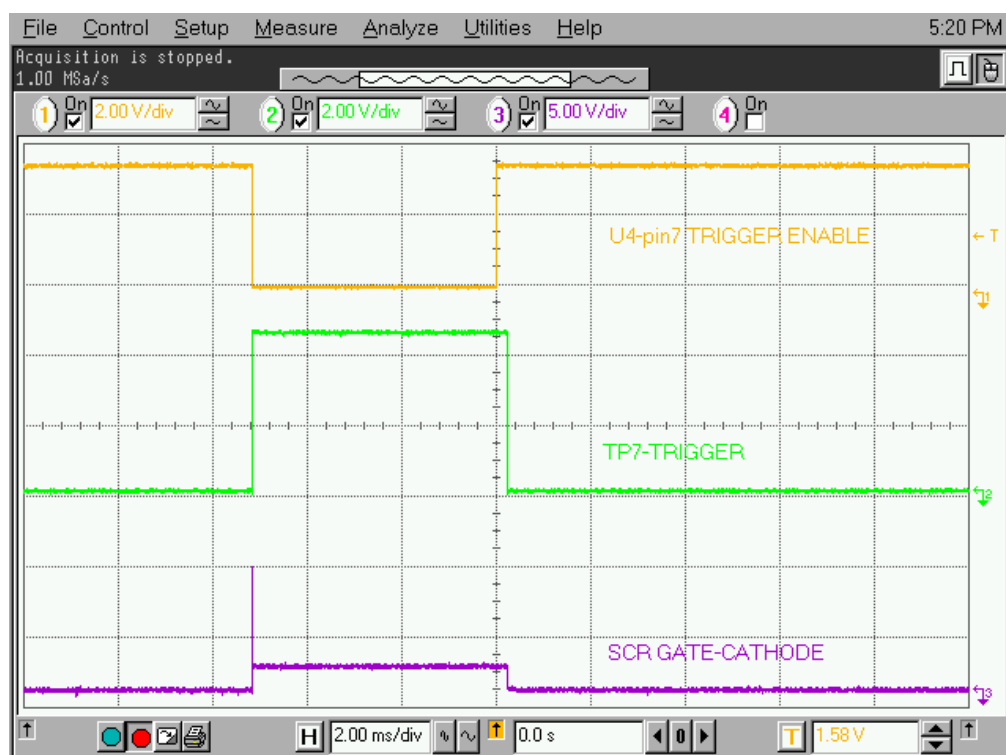



図 5.39　SCR ゲーティングパルスへの「V Sense」トリガ

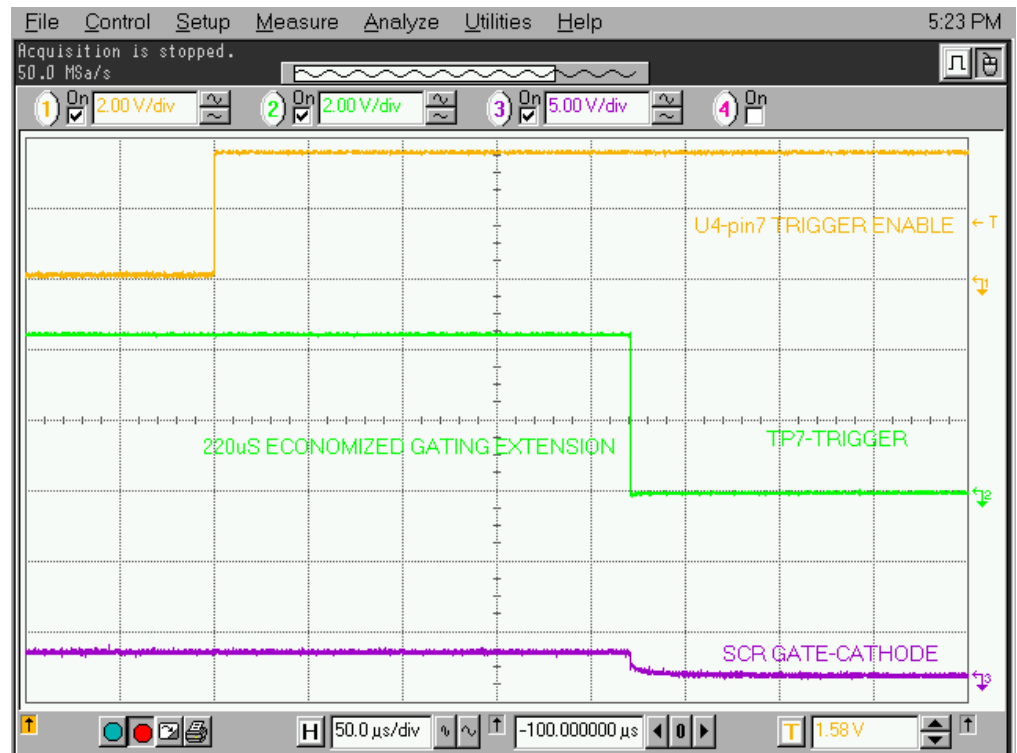



図 5.40　拡張した SCR ゲーティングパルスへの「V Sense」トリガ

# 5.30 光ファイバーケーブル

ドライブには、低圧制御部と高圧回路間のインターフェイスとして光ファイバーケーブルが使われています。この光ファイバーケーブルの配線ルートは変更不要であり、変更してはいけません。

光ファイバーケーブルの各端部には、回路基板上にあるソケット内に差し込んでラッチで固定するコネクタが付いています。光ファイバーケーブルを取り外すときは、コネクタ端部にある突起したプラスティックのつまみを押して引き抜きます。光ファイバーケーブルを取り付けるときには、回路基板の光ファイバーポートに差し込み、プラスティックの突起を所定の位置にラッチで固定します。

光ファイバーケーブルの交換が必要になった場合は、ケーブルの取扱いに注意してください。曲げ過ぎたり折ったりすると光が正しく伝達されなくなり、光ファイバーの伝送特性が損なわれる恐れがあります。

光ファイバーケーブルの許容曲げ半径は 50 mm (2.0 インチ)です。

光ファイバーケーブルを取り付けるときは、ケーブル端部の色を回路基板上のコネクタソケットの色と同じにしなければなりません。

使われている光ファイバーケーブルの長さは次のとおりです。

| 2芯 | 単芯 |
|---|---|
| 5.0 m | 5.0 m |
| 5.5 m | 6.0 m |
| 6.0 m | 10.0 m |
| 6.5 m | |
| 7.0 m | |

各サイリスタには 2 芯の光ファイバーが使われています。一方が診断用、もう一方が点弧用です。サイリスタが正常であるか否かは、対応するドライバ基板によって判定されます。この情報が光ファイバー内のフェイルセーフの光信号経由で主プロセッサに送られます。サイリスタの点弧信号は主プロセッサによって作られ、適切なゲートドライバに点弧用光ファイバーを通じて伝送されます。

コネクタのカラーコードは次のとおりです。

- 黒または灰色 － 光ファイバーケーブルの送信端
- 青色 － 光ファイバーケーブルの受信端

# 5.31 空気圧センサ

空気圧センサはインバータ/コンバータ盤に取り付けられています。場所は最上段のインバータモジュールの左上の近傍です。

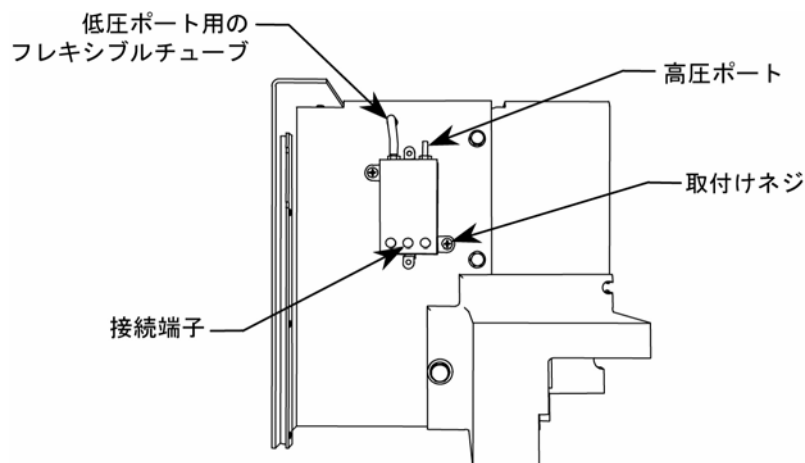



図 5.41 空気圧センサ

空気圧センサはコンバータモジュールの前面と背面の空気圧を比較します。わずかな直流電圧信号が制御回路に伝送されます。

ロックウェル・オートメーションは従来、Ashcroft 社と Greystone 社の空気圧センサを採用してきましたが、現在では Ashcroft 製の圧力変換器を使用しています。

ファンの性能が落ちたり、空気の流れが阻害されると、計測された差圧が減少し、操作卓に警告メッセージが現れます。警告メッセージの原因として最も可能性が高いのは、空気取り入れ口にあるフィルタの部分的な目詰まりです。

空気の流れが減少して熱的な損傷のリスクが生じると、故障信号がドライブを遮断します。また、ファン故障の場合、センサが圧力の変化を検知してドライブを停止します。

## 5.31.1 空気圧センサの交換

1. センサ部の配線を取り外し、配置を記録します。
2. 低圧ポートの透明チューブを取り外します。センサの 2 本の固定ネジを取り外します。
3. 透明チューブが鉄板のバリアを貫通している部分に塗布されているシーラント部に、漏れなどの問題がないことを確認します。
4. 空気圧センサを交換し、取外しの逆の手順で元に戻します。

# 5.32　DC リアクトル/ファン盤のコンポーネント

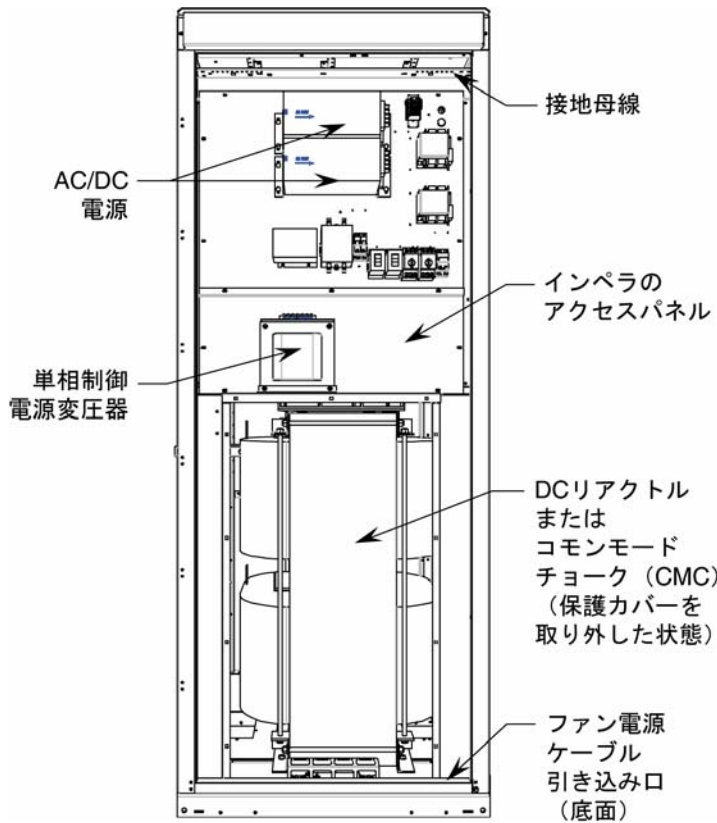



図 5.42　DC リアクトル/ファン盤
(ファン制御パネルを取り付けた状態)

ファン
入気口リング

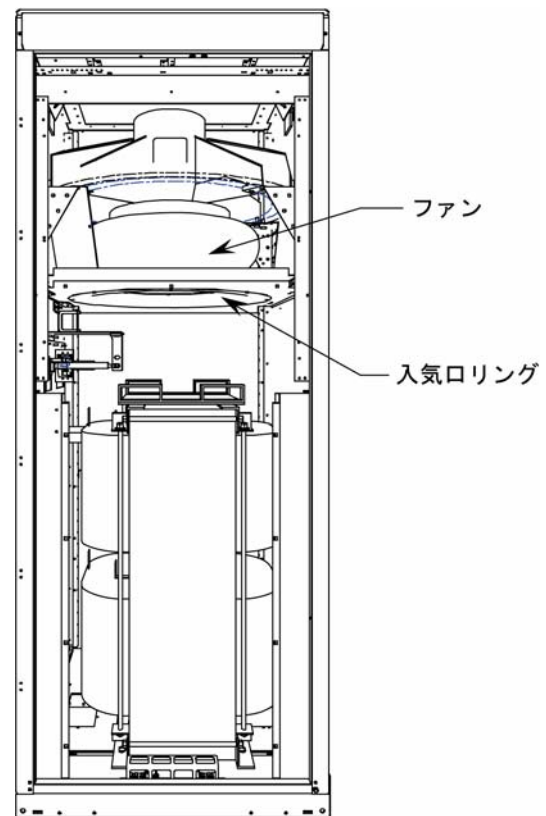



図 5.43　DC リアクトル/ファン盤
(ファン制御パネルを取り外した状態)

盤のドアはファン電源が断路されていないと開けられないようにインターロックされています。ファン電源の断路用ハンドルは盤の右手側に取り付けられています。

盤のドアを開けると、ファン制御コンポーネントにアクセスできます。固定されたファン制御パネルの背面には高圧コンパートメントがあり、そこに DC リアクトルとファンが位置しています。

DC リアクトルは盤の底板上に取り付けられています。空気流のバリアがリアクトルの巻線の周りにあり、空気の一部が直接リアクトルを冷却します。

DC リアクトルの主回路接続には可撓リードが使われています。4 つの接続箇所には、それぞれ L+、L-、M+、M-のラベルが貼られています。

DC リアクトルの鉄心には温度保護装置が取り付けられています。

M+導体上に電流センサがあります。

DC リアクトルの上にドライブのメイン冷却ファンがあります。

ファンの基本要素は、入気口リング、インペラ、および電動機です。

入気ロリングは静止しており、回転するインペラと接触してはなりません。

盤の最上部には、空気の排気フードが取り付けられています。排気フードは、ドライブへの異物の侵入を防止するために必要です。

冗長ファンオプションを選択した場合、冗長ファンはこの盤の最上部にある、拡張された排気フード内に取り付けられます。

## 5.33 DC リアクトル

DC リアクトルは、コンバータとインバータ間の直流電流を平滑化します。

通常、DC リアクトルの保守は必要ありません。交換が必要になったときは、ロックウェル・オートメーションの許可を得て行っていただく必要があることをご了承ください。

DC リアクトルは、冷却空気が巻線を通ることによって確実に冷却されるように設計されています。

DCリアクトルを保守する際には、図 5.44を参照してください。

1) ドライブが電源から切り離されていることを確認します。
2) DC リアクトルにアクセスするには、DC リアクトル盤のドアを開け、DC リアクトル前面にある垂直の鉄板バリアを保持しているネジを取り外します。
3) 4 箇所の主回路接続を外します。DC リアクトルは可撓主回路リードで接続されています。
4) DC リアクトルを囲んでいる水平バリアを取り除きます。
5) DC リアクトルを床のチャンネルに固定しているとめネジを取り外します。
6) 接地線の接続を取り外します。

DC リアクトルは重いため、フォークリフトのフォークを使って持ち上げてください。

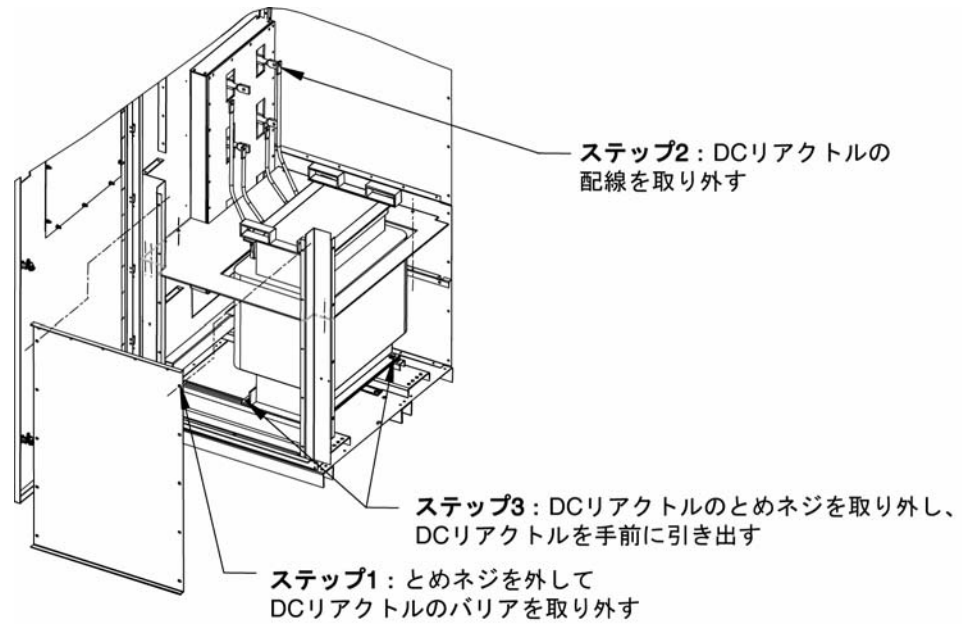



図 5.44　DC リアクトルの取外し

交換用の DC リアクトルを、取外しの逆の手順で取り付けます。

据付け担当者は、可撓主回路リード線がすべて正しい端子に接続されていること、および配線経路に電気的な所要空隙が確保されていることを確認する必要があります。さらに、銘板記載の定格がドライブシステムの定格と同じか、適切な範囲内であることも確認しなければなりません。異なる DC リアクトルを使うと、パラメータ設定にも変更が必要になります。

DC リアクトルは電源側コンバータと負荷側インバータ間の直流電流を平滑化します。DC リアクトルの熱的保護のために、2 つの通常閉接点(いわゆる「b 接点」)が I/O モジュールに配線されています。この 2 つの接点は 190℃で開路し、その結果、故障/アラームメッセージが画面表示されます。

# 5.34 ファンの取外しと交換

ファンの交換作業を行なうには、床面から十分な高さが必要です。作業に適したプラットフォームを作り、安全に注意する必要があります。

## 5.34.1 安全上の注意

ファン駆動電動機は重いため、持ち上げるときにはしかるべき準備が必要です。

ファンを保守する前に、ファン電源が断路されていることを確認してください。

電動機フレームを盤の側板に固定している 8 個のナットを取り除きます。電動機に電源供給している配線を取り外します。ファンの回転方向が変わらないように、端子の接続を記録してください。

ファンを取り出すには、電動機の取付けブラケットの孔の中にある持上げ用フックを使い、盤からユニットを垂直に引き上げます。ユニットをインペラの上に載せないでください。インペラが破損する恐れがあります。

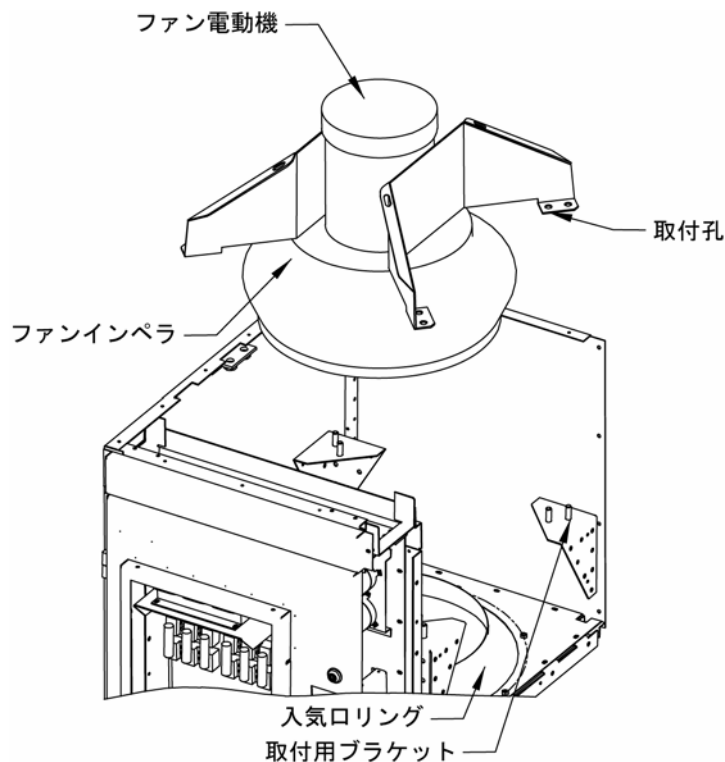



図 5.45　ファンの取外し

## 5.34.2 ファンの据付け

ファンは慎重に取り扱ってください。雑に扱うとファンのバランスが損なわれる恐れがあります。

ファンの据付けは、取外しと逆の手順で行ないます。据付けが完了したらインペラを手で廻し、入気ロリングとまったく接触していないことを確認します。

# 5.35　インペラの保守

## 5.35.1　電動機シャフトからのインペラの取外し

ファンインペラは、スプリット・テーパ・ブッシングによって電動機シャフト上に保持されます。このブッシングは電動機シャフト上にあり、インペラの中央を貫通しています。2 本のキャップネジが 10.2 N-m (7.5 ft-lbs)のトルクで締め付けられ、ブッシングを電動機シャフトに、インペラをブッシングにそれぞれ固定しています。

## 5.35.2　安全上の注意

インペラは電動機の重量を支えるようには設計されていません。

縦にすると、キャップネジを緩めているときにインペラとブッシングが落下し、人的被害やコンポーネントの損傷が発生する恐れがあります。

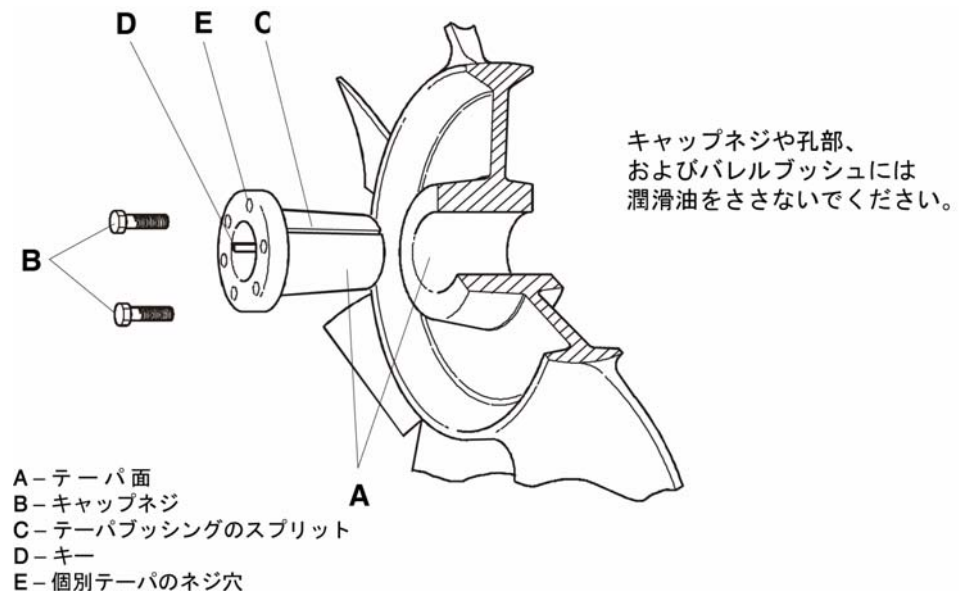



図 5.46　インペラの取外し

1. 電動機シャフトの先端からブッシングまでの距離を記録します。新しいインペラは、必ず同じ位置に取り付けてください。取付け位置が正しくないと、インペラと吸気ロリング間に隙間ができます。その結果、運転中に通気が失われたり、インペラが吸気ロリングや電動機ユニットに衝突して摩耗する恐れがあります。
2. 2 つのキャップネジをブッシングから取り外します。ネジを緩めている間に、インペラやブッシングが落下しないように注意してください。
3. ブッシングフランジの 2 つのネジ山付きの穴に、キャップネジを手でねじ込みます。
4. 各ボルトを徐々に締め、インペラをブッシングから押し離します。
   キャップネジをこれらのネジ穴に締め付けると、ブッシングがインペラのハブから押し離され、シャフトへの押付け力が解放されます。締付け圧力を解放するときにインペラが落下しないように注意してください。

5. ブッシングを引いてシャフトから外し、インペラを取り外します。このユニットをある程度の期間以上、すでに使用している場合は、ブッシングの取外しにホイールプーラーが必要になることもあります。インペラには、ホイールプーラーを絶対に使わないでください。

**注：** キャップネジや孔部、およびバレルブッシングには潤滑油を差さないでください。シャフトとインペラ孔に対するブッシングの押付け力が低下してしまいます。

### 5.35.3 電動機シャフトへのインペラ部の取付け

ファンインペラは、スプリット・テーパ・ブッシングによって電動機シャフト上に保持されます。このブッシングが電動機シャフト上で、インペラの中央を貫通しています。キャップネジが 10.2 N-m (7.5 ft-lbs.)のトルクで締め付けられ、ブッシングを電動機シャフトに、インペラをブッシングにそれぞれ固定します。

ブッシングのバレルとインペラのテーパ孔は先のほうが細くなっているため、中心に正確な取付けられ、インペラを均等に回転させることができます。
キャップネジを締めると、ブッシングがインペラ孔の内部および電動機シャフト上で固定されます。

ブッシングには中央にスプリットがあり、キャップネジで締めるとインペラのテーパ孔にブッシングが押し込まれ、順方向にぴったりと締付けられて、シャフトをしっかり支持できるようになっています。インペラとブッシングのユニットには、シャフトに合わせたキー溝があり、押付け力で所定位置に保持されます。

**取付け手順**

1. シャフトとキー溝が清潔で滑らかであることを確認します。シャフトと孔部を消毒用アルコールまたは油分を含まない洗浄剤で洗います。シャフトとブッシングのキー溝の両方で、キーサイズをチェックします。
2. ブッシング内の逃がし穴にキャップネジを通し、ブッシングをゆっくりとインペラ孔に押し込みます。その際にキャップネジの位置を、インペラハブ上のネジ穴に合わせてください。ブッシングをインペラ孔に押し込むときに、強い力で押したり、ハンマーなどで打ち込んだりしてはいけません。
3. キャップネジがネジ山としっかりと噛み合うように手締めします。この時点ではレンチは使わないでください。ブッシングは、インペラが自由に回転する程度に緩くしておきます。
4. 組み合わせたインペラとブッシングを、電動機シャフトの上までスライドさせます。シャフト先端からブッシングまでの距離を、インペラの取外しのステップ 1 で記録した距離と同じにしてください。
5. キーをキー溝に挿入します。このときに無理な力を加えないでください。容易に挿入できない場合は、シャフト、ブッシング、およびキーのサイズをチェックしてください。
6. レンチを使ってキャップネジを徐々に締めます。自動車のホイールを取り付ける場合のように均等に締めてください。一方のネジを 1/4 回転締めた後、もう一方を 1/4 回転締め、さらに最初のネジを 1/4 回転というように交互に締めます。締めトルクは 10.2 N-m (7.5 ft-lbs.)です。

7. キーが所定位置から落下しないように、キー溝の電動機シャフトの先端を、平タガネまたはセンターポンチで固定します。

**ファンのバランス**

ファンのインペラは静止中、回転中のどちらでも、許容範囲内でバランスがとれるように工場で調整されています。輸送中や、不適切な取扱いまたは据付けによって損傷を受けると、このバランスが失われる可能性があります。インペラのバランスが適切に取れていないと、過剰な振動が発生し、ユニット全体の摩耗が進む恐れがあります。

過剰な振動が発生する場合は、ファンの電源を遮断して原因を調べてください。

**過剰な振動の主な原因**

- 支持構造の剛性が不足しているか、構造が水平になっていない。ダクトや支持構造内の共振による振動の増幅。
- ベアリング固定カラーまたは取付けボルトの緩み。インペラやブッシングの緩み。
- インペラ上の物質堆積。
- 入気口リング上のホイールの摩耗。

## 5.36 入気口リングの取外しと交換

入気口リングは大き目の円形部品で、ファンインペラの下にある水平バリアの内側に位置しています。このリングは、内側のインペラに接触しないように配置されています。リングの位置は、インペラの 10 mm (0.40 インチ)内側です。

### 5.36.1 安全上の注意

以下に説明する手順では、内部の電気コネクタや電気機器に接触する必要があります。

**事前に必ず、すべての電源からドライブを遮断してください。これを怠ると、重大な傷害事故や死亡事故につながる恐れがあります。**

すべてのボルトを取り外した後、入気口リングが落下しないように予防措置を講じてください。

**手順**

**感電事故を防止するため、DC リアクトル/ファン盤内で作業する前に、主電源が断路されていることを必ず確認してください。適切な高圧検電器を使って、すべての回路に残留電圧がないことを確認します。これを怠ると、傷害事故や死亡事故につながる恐れがあります。**

**注：** 背面からの作業が可能な場合は、盤内の **DC** リアクトル/ファン部分の中間にあるパネルを取り外し、背面から入気口リングを取り外してください。

背面での作業ができない場合は、次の手順に従ってください。

1. DCリアクトルのバリアとインペラのアクセスパネルを取り外します(図5.42を参照してください)。入気口リングのアクセスパネルの手前にある電気コンポーネントを取り外します。
2. 入気口リングのボルトを、リングを落とさないように慎重に外します。
3. 入気口リングを底面のアクセスパネル経由で取り外します。DC リアクトルの周りを移動させ、対角線の反対側にあるドアから取り出してください。必要に応じて、DC リアクトルの位置をずらします。
4. 新しいリングを逆の手順で取り付けます。インペラを手で廻し、入気口リングとまったく接触していないことを確認します。接触する場合は、リングを適切な位置に移動してボルトを締め直します。
5. アクセスパネルと電気コンポーネントを元の位置に取り付けます。

## 5.37 空気フィルタの交換

空気フィルタは、インバータ/コンバータ、AC リアクトル、変圧器の各盤の前面ドア上に取り付けられている空気取入れグリルにあります。

フィルタは定期的に取り外して掃除するか、交換する必要があります。フィルタ交換の頻度は、供給される冷却空気の清浄度によって異なります。

ドライブの運転中でもフィルタの交換はできますが、ドライブが遮断されているときに行なう方が手順がより簡単です。

### 5.37.1 手順

(図 5.47を参照してください)

– 5/16 インチの 8 角スパナを使って固定ネジを 1/4 回転させ、ヒンジ付きのグリルユニットを開きます。
– フィルタを取り外します。

ドライブの運転中にフィルタを交換する場合は、異物を吸い込まないように、できる限り短時間で終了させてください。

ドライブ運転中にフィルタを交換するときには、フィルタの入気側に蓄積された汚れがドライブ内に吸い込まれないように注意を払う必要があります。また、空気吸込口の吸気のために、フィルタを破らないで取り外すことが困難な場合もあります。

**推奨されるフィルタの清掃方法**

1. **真空掃除** – フィルタの入気側を真空掃除機で数回往復して清掃します。蓄積された埃や汚れが数秒で除去されます。
2. **圧縮空気の噴付け** – 圧縮空気のノズルを、運転中の通風と逆の方向に向けます(排気側から吸気側に噴き付けます)。
3. **冷水でのすすぎ** – 通常の条件下では、フィルタ内に使用されているスポンジ材には、油性の洗浄剤は不要です。標準的なホースノズルを使って水洗いするだけで、蓄積された汚れは容易かつ速やかに洗い流されます。**(フィルタは再装着する前に、完全に乾燥させてください。)**

4. **洗剤溶液** – 落としにくい風媒性の汚れがある場合は、温水と中性洗剤の溶液にフィルタを浸します。その後、清浄な水ですすぎます。フィルタは再装着する前に、完全に乾燥させてください。

新しいフィルタに交換するときは、ロックウェル・オートメーションが準備した、あるいはロックウェル・オートメーションが承認を与えたフィルタを使わなくてはいけません。フィルタの交換は、取外しと逆の手順で行ないます。ドライブ内に異物が入り込むような開口部がないことをチェックします。

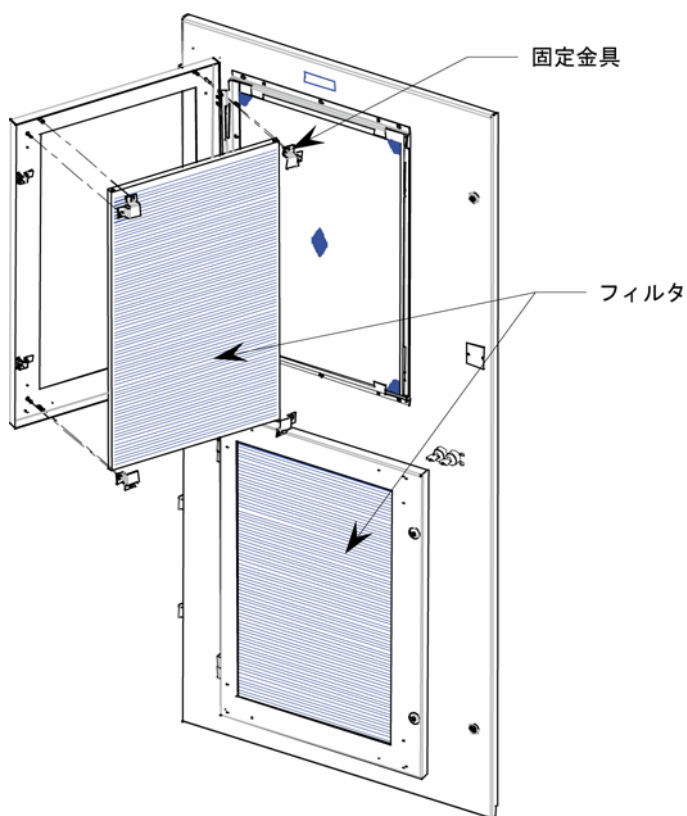



図 5.47　フィルタの交換

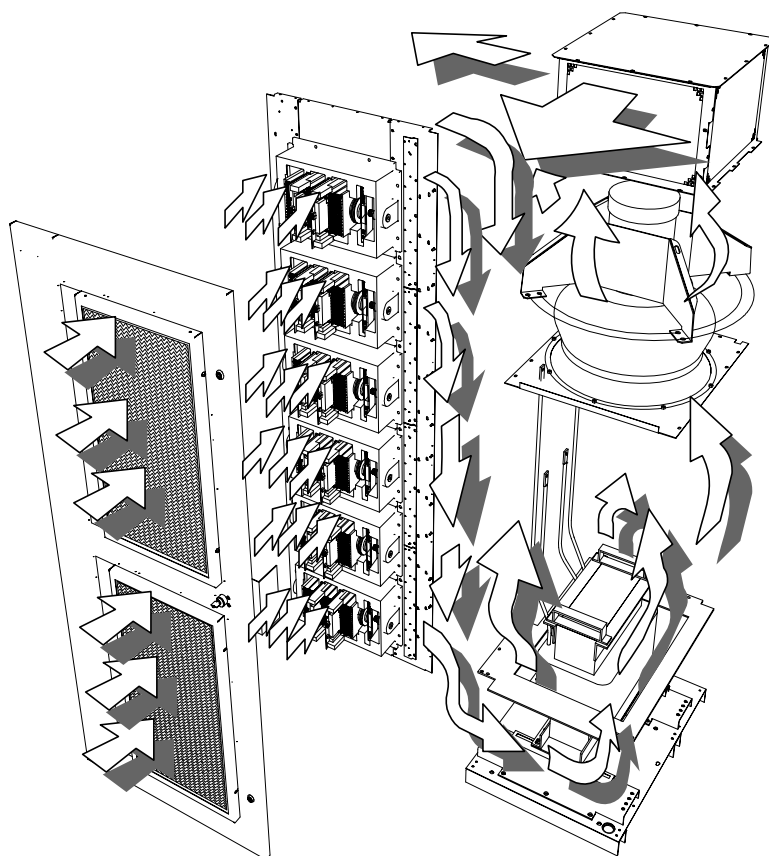



図 5.48　スナバ冷却空気流のパターン

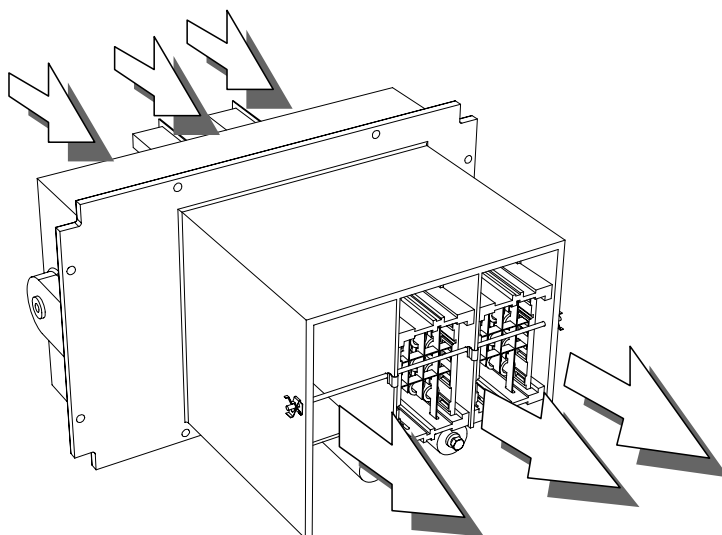



図 5.49　パワーケージ内の通風

# 5.38　制御電源コンポーネント

ドライブの制御電源分岐には、2 種類の構成があります。お客様がドライブオプションとして、次のいずれの方式を選択されるかによって、使用される構成も異なります。

1. ACリアクトル付きドライブ(図 5.50**エラー! 参照元が見つかりません。**を参照)
2. 外部変圧器/スタータ(図 5.51を参照)

## 5.38.1　瞬時停電対策

**5 サイクル以内の瞬時停電対策付き標準制御方式** – 制御電源の喪失後も 5 サイクル間は、ドライブの主制御基板に制御可能な制御電圧が供給されます。制御電源が 5 サイクルの間に回復しなければ、ドライブは制御されて停止遮断されます。

図 5.50は、ACリアクトルとインプットスタータを内蔵した 6 相/PWMドライブでの制御電源分岐を示しています。

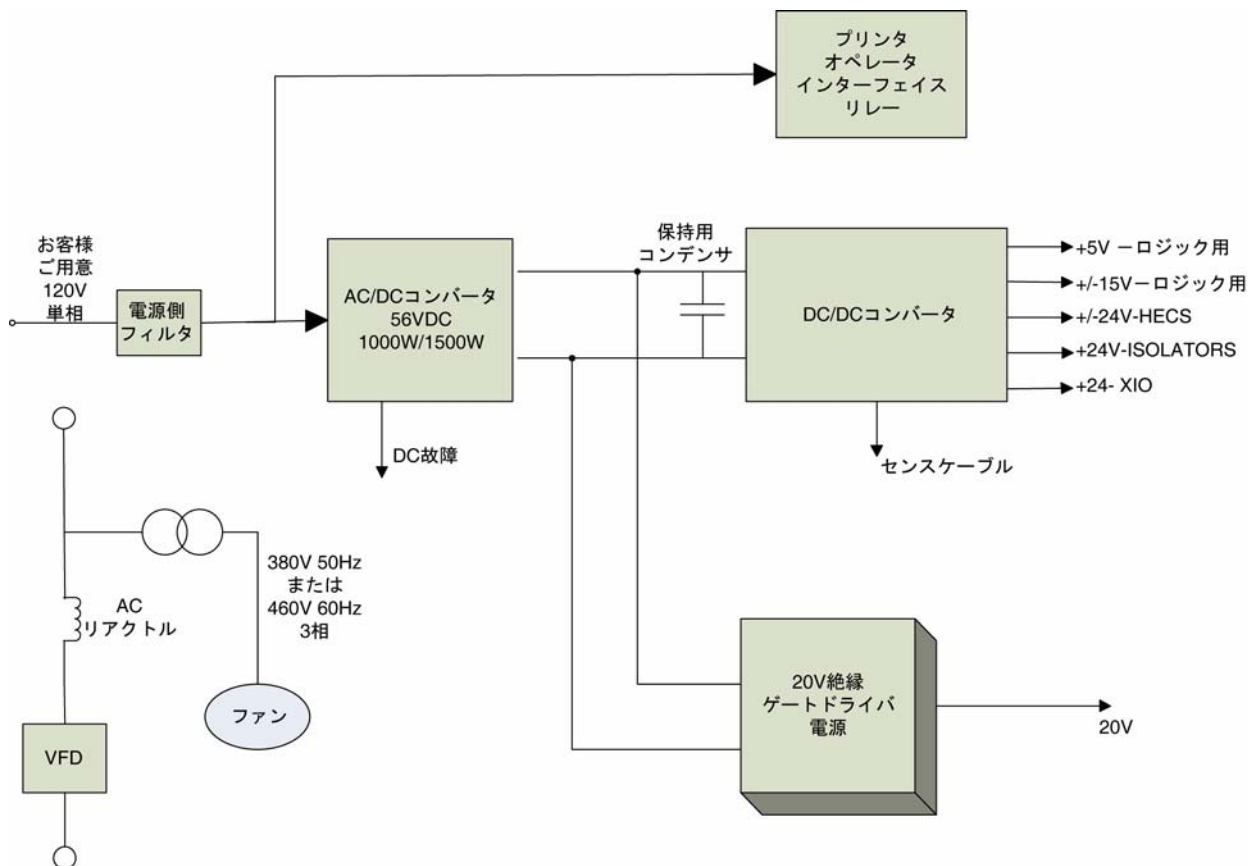



図 5.50　AC リアクトル付き AFE ドライブ

図 5.51は、外部の変圧器とスタータを使用する 6 相/AFEドライブ、および外部スタータを使用するACリアクトル内蔵の 6 相/AFEドライブでの制御電源分岐を示しています。

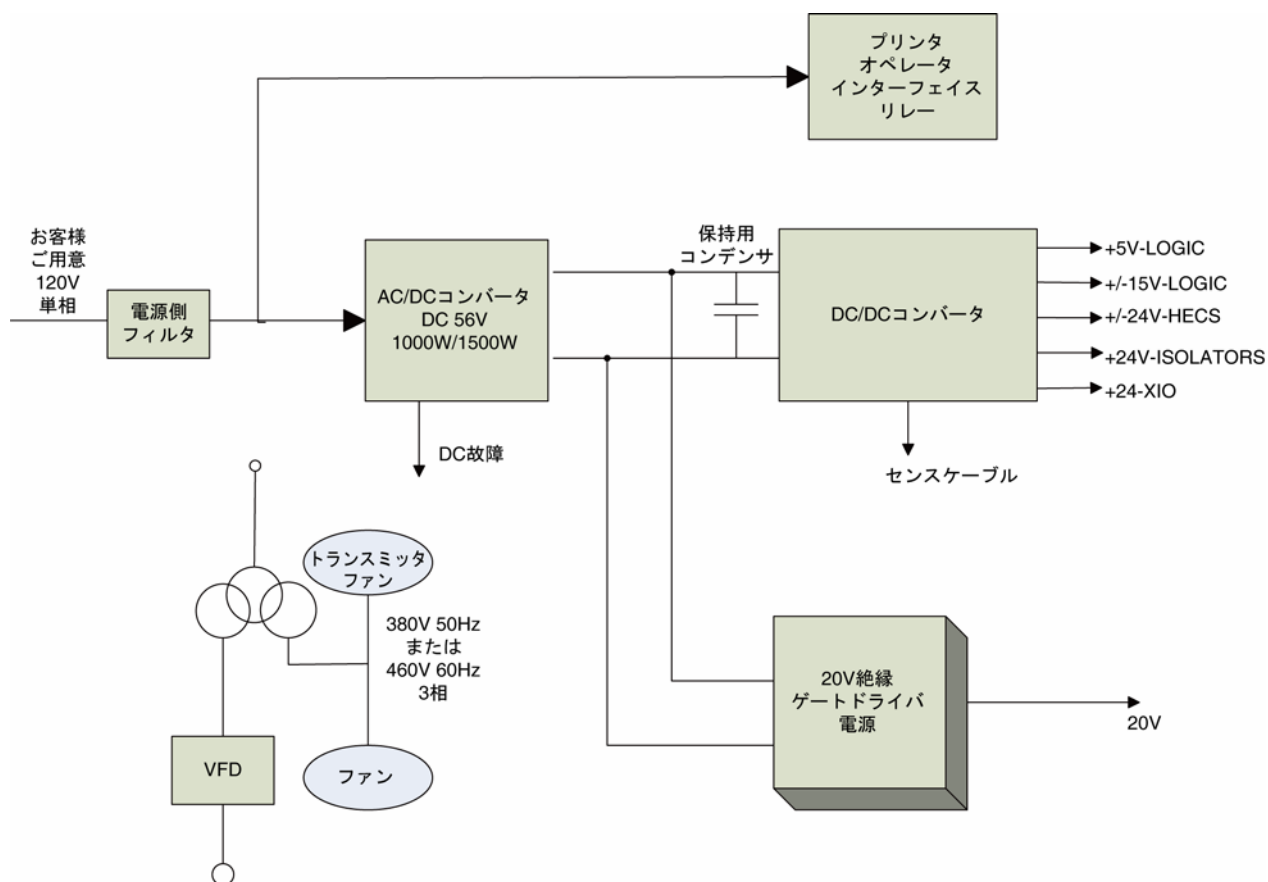



図 5.51　外部変圧器/スタータを使用する 6 相/AFE ドライブ

# 5.39 AC/DC 電源

AC/DC コンバータの負荷は、DC/ DC コンバータと最大 6 個までの IGDPS モジュールです。DC/DC は固定負荷です。ただし、IGDPS モジュールの数はドライブの構成によって変わります。

## 5.39.1 説明

AC/DC 電源は 3Φ 電圧を入力し、DC/DC 電源と SGCT 用の高圧 IGDPS モジュール用に調整された 56 V DC を出力します。入出力電圧はモニタされ、どちらかがプリセットされたレベル未満になったときに故障信号が出されます。

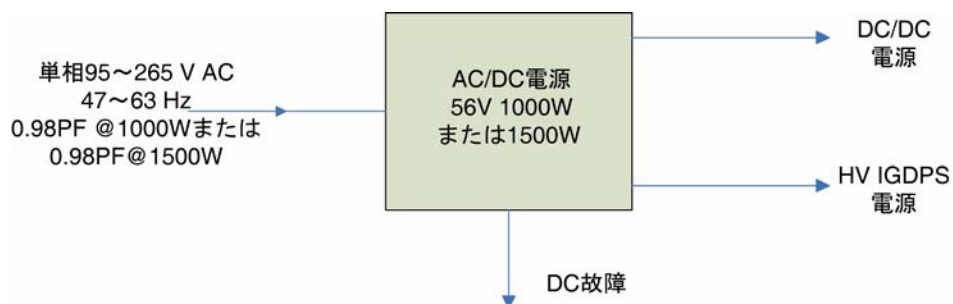



図 5.52　AC/DC コンバータ電源

DC 故障：　DC 出力の喪失(出力電圧 ≤ 49 V DC)により、この出力は｢低｣から｢高｣になります。

## 5.39.2 取付け場所

AC/DC電源は、ドライブ最右端のセクション内にある低圧制御部パネル内に位置しています。典型的な低圧制御室を図 5.53に示します。

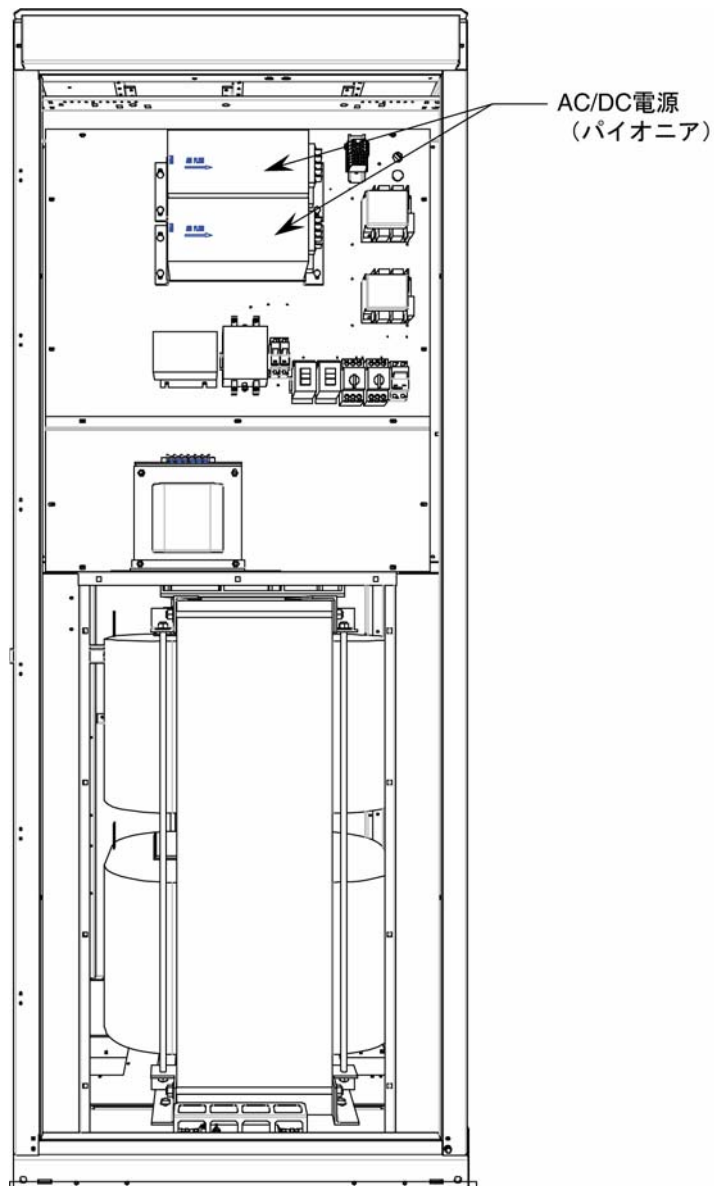



図 5.53　低圧制御部パネル上のパイオニア AC/DC 電源の位置

### 5.39.3 端子/接続の説明

接続端子を図 5.54に示します。

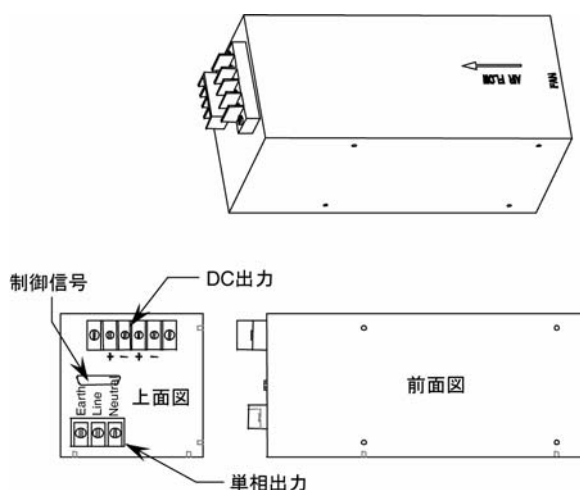



図 5.54 パイオニア AC/DC 電源の端子位置

| | ピン# | ラベル |
|---|---|---|
| **P1-AC入力** | | |
| | 1 | EARTH (接地) |
| | 2 | LINE (第 1 相) |
| | 3 | NEUTRAL (中性線) |
| **P2-DC出力** | ピン# | ラベル |
| | 1 | +56V |
| | 2 | +56V COMM (コモン) |
| | 3 | +56V |
| | 4 | +56V COMM (コモン) |
| **P3-故障出力** | ピン# | ラベル |
| | 3 | DC POWER FAIL (OUTPUT POWER GOOD)<br>(DC 電源故障(DC 出力正常)) |
| | 15 | CURRENT SHARING (電流分担) |
| | 14 | DC POWER FAIL COMMON (DC 電源故障コモン) |

出力電圧が DC 56 V であることを確認します。

電源の上部にポテンショメータがあります。これは電源出力を DC 56 V に調整するためのものです。電源出力を絶縁します。複数の出力を直列接続すると計測に影響します。制御電源を投入して、AC/DC コンバータの出力をドライブ制御から絶縁(切り離し)します。この状態で、ポテンショメータを使って出力電圧が DC 56 V になるように調整します。このテストを電源ごとに実行します。すべての調整が終わったら、回路に電源を再投入し、出力電圧を再計測します。必要であれば調整します。

DC 56 V を維持できない場合は、電源が故障している可能性があります。

### 5.39.4 交換手順

1. 制御電源が絶縁され、切り離されていることを確認します。
2. ユニットの端子接続を外します。
3. 図 5.55に示す 2 本のM6 ボルトを取り外します。
4. 取っ手を持ってドライブから電源を完全に引き出します。
5. 故障した電源から(4 本の M4 ネジとショルダーワッシャ(ナイロンリング)を外して)取っ手を取り外します。
6. 取っ手を交換する電源に取り付けます。

   **注：** AC/DC 電源と取付け板の間に黒色絶縁体があることを確認してください。

7. ステップ 1～5 を逆の順序で実行し、ユニットを交換します(図 5.55を参照してください)。
8. 制御電源を再投入し、電圧レベルを確認します。

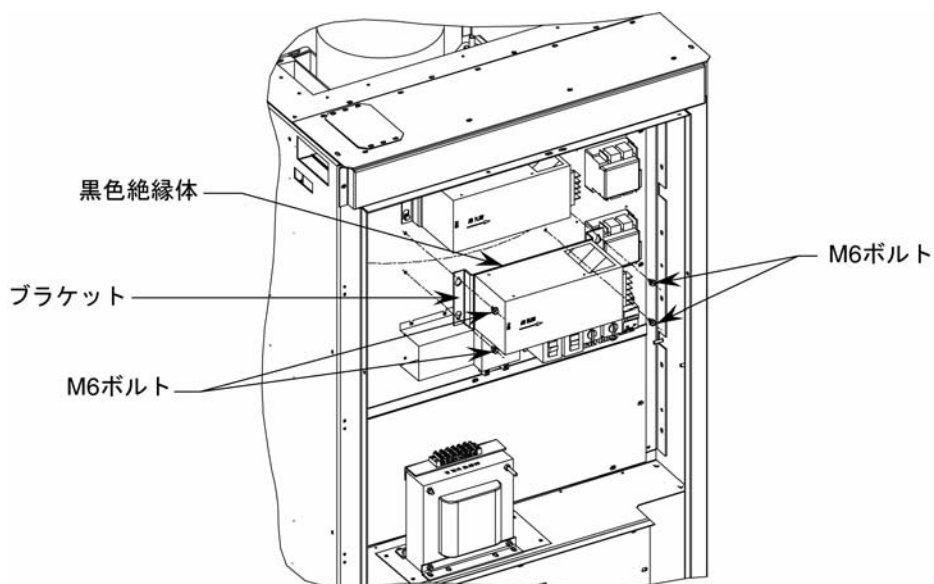



図 5.55　低圧制御部パネル上のパイオニア AC/DC 電源の交換

## 5.40　UPS オプション

「B」フレーム PowerFlex 7000 ドライブは、制御電源の喪失後もドライブ内の制御電力を維持できるように、内蔵または外部の無停電電源(UPS)を使うことができます。次に内蔵 UPS の現在の構成を示します。

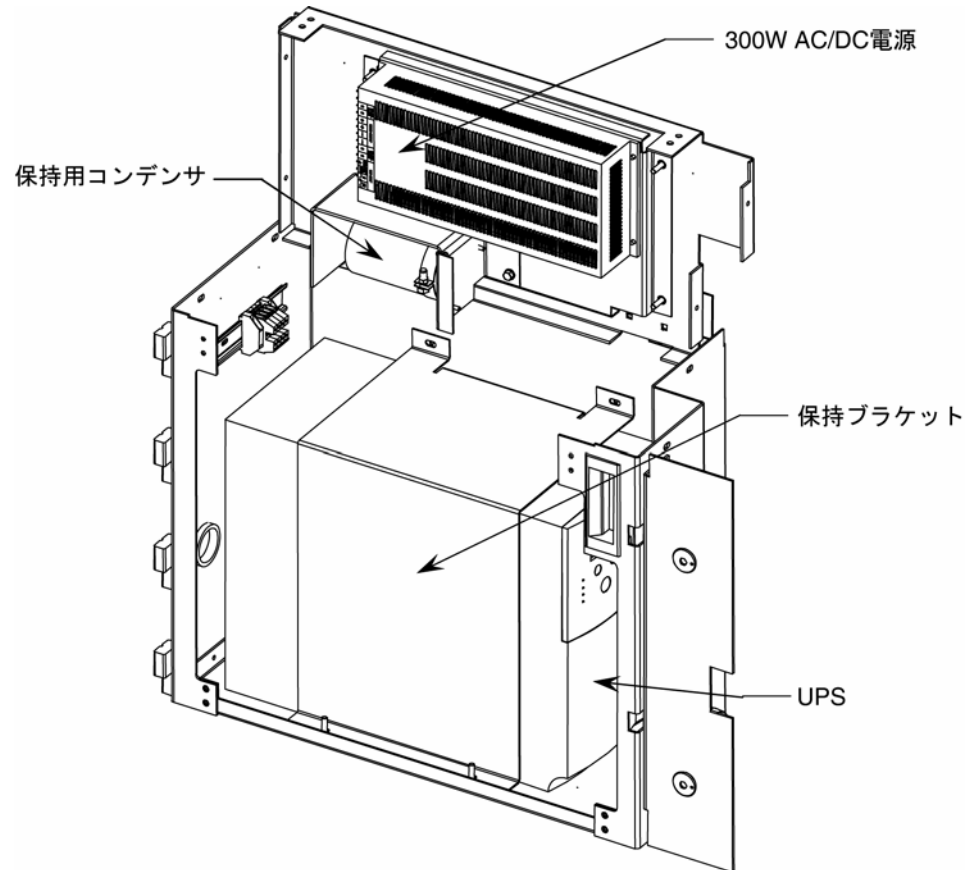



図 5.56　300W AC/DC 電源

内蔵 UPS は、低圧制御部の下にある入力配線室に取り付けられます。

この UPS によって、重要なすべての 120VAC 負荷への制御電力の供給が維持されます。さらに、DC/DC 電源を介してドライブのすべての制御コンポーネントに給電する AC/DC 電源にも、この UPS から電力が供給されます。ドライブのメイン冷却ファンと、IGDPS 基板に給電する AC/DC 電源には電力は供給されません。

UPS は AS400 通信プロトコル用に設定されており、複数の状態信号をカスタマインターフェイス基板に送って、バッテリ出力低下、電源喪失、UPS のバイパス状態といったさまざまな状態に対する制御を可能にします。

お客様が外部 UPS をご利用になる場合、ファームウェアは前述した信号を基本的に感知せず、UPS の状態に関する情報もいっさい表示されません。内蔵 UPS、外部 UPS のどちらをお使いになる場合も、ドライブの動作に関するファームウェアの機能は同じです。

UPS の出力は 300W AC/DC 電源に供給されます。この電力はドライブで使われる標準の AC/DC 電源の 20%に過ぎませんが、これは DC/DC 電源の負荷のほうが IGDPS 基板の負荷よりもはるかに小さく、サイズを小さくすることも可能だからです。IGDPS 基板への給電には、標準の AC/DC 電源が使われます。300W AC/DC 電源の AC 入力は UPS でモニタされます。DC 出力は ACB 基板でモニタされ、障害の有無がチェックされます。

300W AC/DC 電源の出力側には保持コンデンサも装備されており、AC/DC 電源が故障しても 56V DC の出力が維持されるようになっています。

### 5.40.1 UPS の交換手順

1. 制御電源が絶縁され、切り離されていることを確認します。
2. 保持ブラケットを盤に固定しているネジを外し、保持ブラケットを取り外します。
3. 入出力配線を UPS から取り外します。
4. 15 ピンの状態プラグを UPS から取り外します。
5. UPS を取り外し、新しい UPS を取り付けます。
6. 上記のステップで取り外したプラグと配線をすべて再接続します。
7. 保持ブラケットを取り付ける前に制御電源を投入し、UPS が AS400 通信プロトコル用にプログラムされていることを確認します。詳細は UPS に付属のマニュアルを参照してください。
8. 正しくプログラムされていることを確認した後、保持ブラケットを取り付けます。

## 5.41　低圧制御部

低圧制御部には、制御回路基板、リレー、オペレータ・インターフェイス・ターミナル、DC/DC電源のすべてと、その他の低圧制御用コンポーネントの大部分が収容されています。低圧制御タブの典型的な構成を、図 5.57に示します。

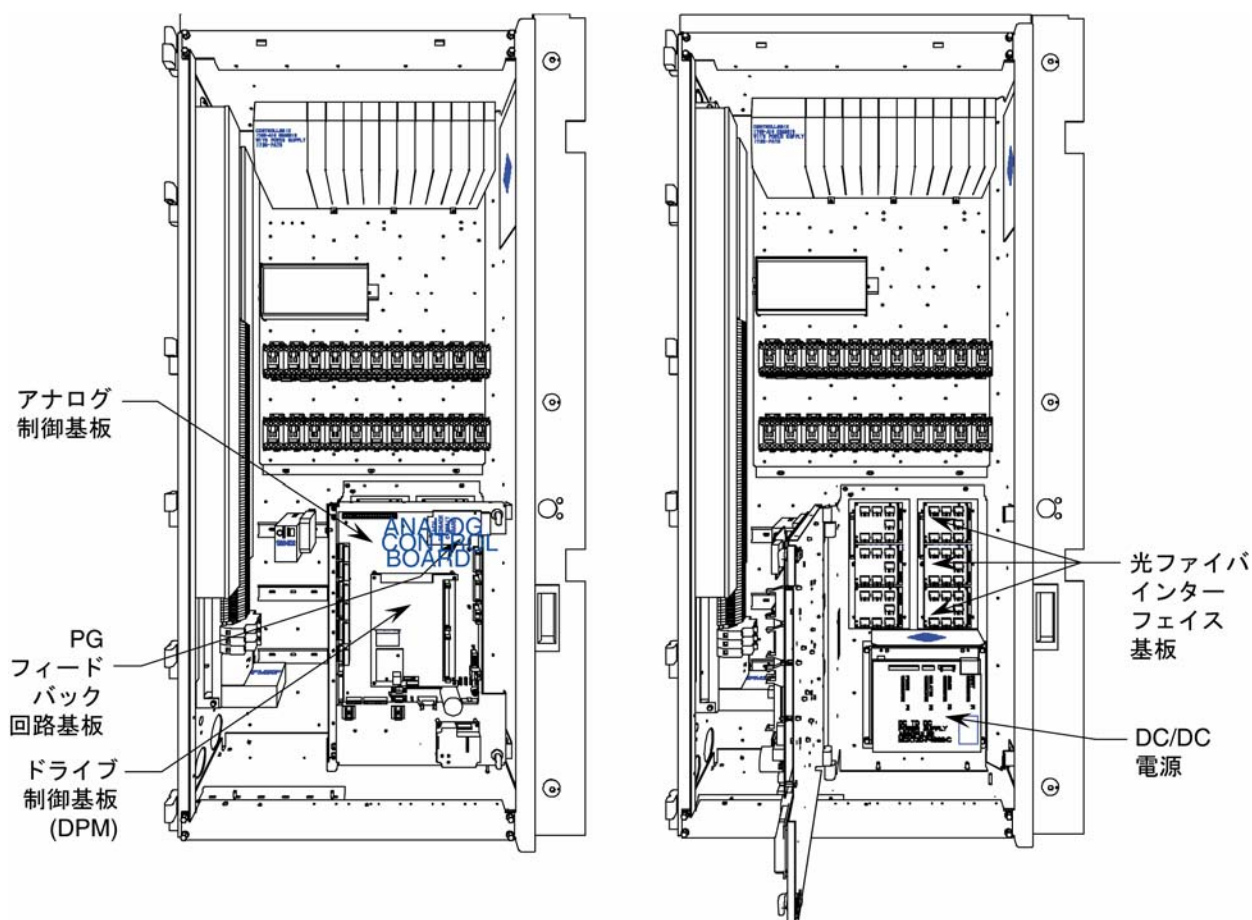



図 5.57　低圧制御タブの構成

# 5.42 DC/DC 電源

## 5.42.1 説明

DC/DC 電源は、各種ロジック制御基板/回路用に電圧を調整した DC 電源として使われます。この電源の入力は、調整された AC 56 V 電源から供給されます。

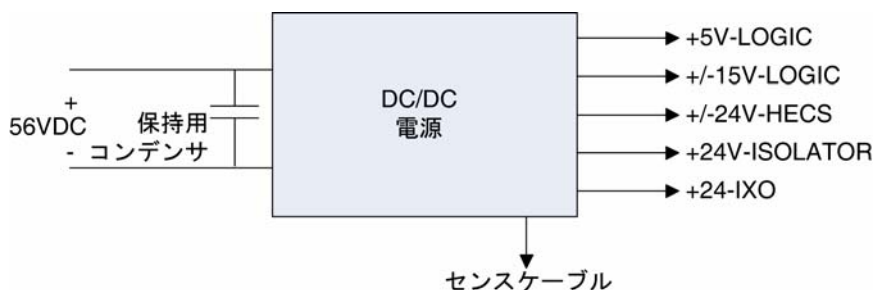



図 5.58 DC/DC コンバータ電源

入力端子のところにあるコンデンサは、電源喪失後の自動再始動用です。56V 入力を喪失すると、コンデンサ(保持用コンデンサ)が電圧レベルを維持します。このコンポーネントは、一部の構成では必要ありません。

ACB/DPM のロジック電源は重要なため、DC/DC 電源は+5V の電路に冗長性を持たせた設計になっています。2 つの互いに独立した+5V 出力があり、それぞれがロジック基板に電力を供給できます。一方の電源が故障したときは、もう一方の電源に自動的に切り替わります。

### 5.42.2 端子/接続の説明

**P1 – DC入力**

| ピン番号 | ラベル | 説明のみ |
|---|---|---|
| 1 | +56V | +56V 入力 |
| 2 | +56V COMM | +56V コモン |
| 3 | EARTH | 接地 |

**P2 – SENSE (ACBへ)**

| ピン番号 | ラベル | 説明のみ |
|---|---|---|
| 1 | +56V | +56V 入力電源 |
| 2 | +56V RTN | +56V 入力電源の帰還線 |
| 3 | NC | 接続なし |
| 4 | NC | 接続なし |
| 5 | +24V | 絶縁+24V 電源 |
| 6 | +24V RTN | 絶縁+24V 電源の帰還線 |
| 7 | NC | 接続なし |
| 8 | NC | 接続なし |
| 9 | +5VA | 一次+5V 電源(OR ダイオードの前) |
| 10 | DGND (com1) | +5V、+/-15V コモン |
| 11 | +5VB | 二次+5V 電源(OR ダイオードの前) |
| 12 | DGND (com1) | +5V、+/-15V コモン |
| 13 | ID0 | 電源 ID ピン 0 |
| 14 | ID1 | 電源 ID ピン 1 |

**P3 – ISOLATOR (アイソレータモジュールへ)**

| ピン番号 | ラベル | 説明のみ |
|---|---|---|
| 1 | ISOLATOR (+24V,1A) | +24V、1A/com4 |
| 2 | ISOL_COMM (com4) | 0V/com4 |
| 3 | EARTH | EARTH |

**P4 – PWR (ACBへ)**

| ピン番号 | ラベル | 説明のみ |
|---|---|---|
| 1 | +24V_XIO (+24V,2A) | +24V、2A/com3 |
| 2 | XIO_COMM (com3) | 0V/com3 |
| 3 | +HECSPWR (+24V,1A) | +24V、1A/com2 |
| 4 | LCOMM (com2) | 0V/com2 |
| 5 | –HECSPWR (-24V,1A) | -24V、1A/com2 |
| 6 | +15V_PWR (+15V0.1A) | +15V、1A/com1 |
| 7 | ACOMM (com1) | 0V/com1 |
| 8 | -15V_PWR (-15V0.1A) | -15V、1A/com1 |
| 9 | +5V_PWR (+5V,5A) | +5V、10A/com1 |
| 10 | DGND (com1) | 0V/com1 |
| 11 | EARTH | 接地 |

### 5.42.3 DC/DC 電源の交換手順

(図 5.59を参照してください。)

1. ドライブに電源を投入し、すべての出力電圧に問題がないことを確認します。(視点 1)
2. ドライブの電源を開路して絶縁し、制御電源も切り離します。それからユニット上部のすべての配線を取り外します。(視点 1)
3. 4 個の M6 (H.H.T.R.S.)ネジを取り外して DC/DC 電源ユニットを低圧制御部パネルから取り外します。(視点 1)
4. 4 個の M4 **M4 (P.H.M.S.)**ネジと**ショルダーワッシャ(ナイロンリング)**を取付け板の背面から取り外します。(視点 2)
5. DC/DC 電源を交換します。

   **注**： DC/DC 電源と取付け板の間に**黒色絶縁体**があることを確認してください。ステップ 1～4 を逆の手順で行ない、ユニットを元に戻します。(視点 2)

6. P4 プラグの接地線が M10 ボルトで接地されていることを確認します。

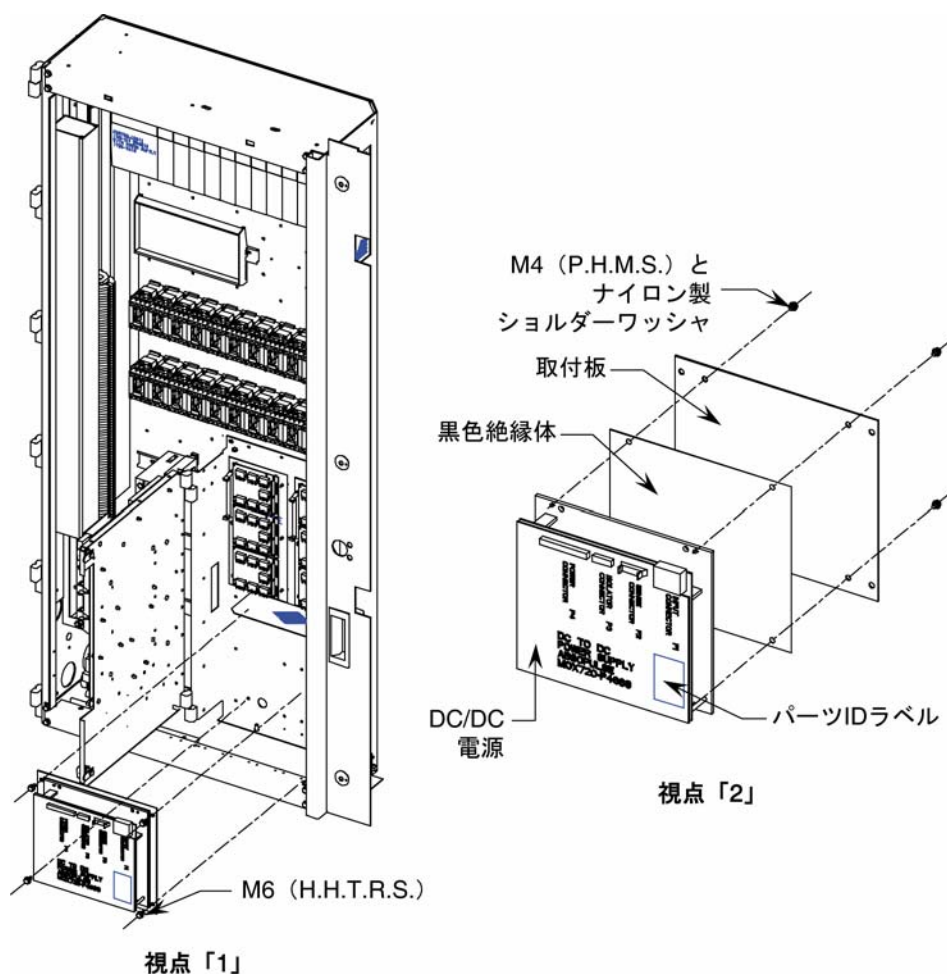



図 5.59　DC/DC 電源の交換

## 5.43　プリント回路基板の交換

プリント回路基板の交換は慎重に行なってください。

交換にあたっては、いくつかの基本的な事項に留意する必要があります。具体的には次の 3 点です。

- ドライブのすべての電源を開路すること。
- 必要になるまで静電気防止袋から交換用の基板を取り出さないこと。
- 静電気防止用のリストバンドを使って低圧制御部内に接地すること。

どの低圧回路基板にも、基板に直接ネジ留めするネジや端子はありません。すべての配線/端子接続にはプラグを使っており、プラグを回路基板に差し込むだけです。したがって、基板の交換時にはプラグを外すだけでよく、再配線するときに起きやすい誤配線の発生を最小限にしています。

## 5.44　制御基板上の IO コネクタ

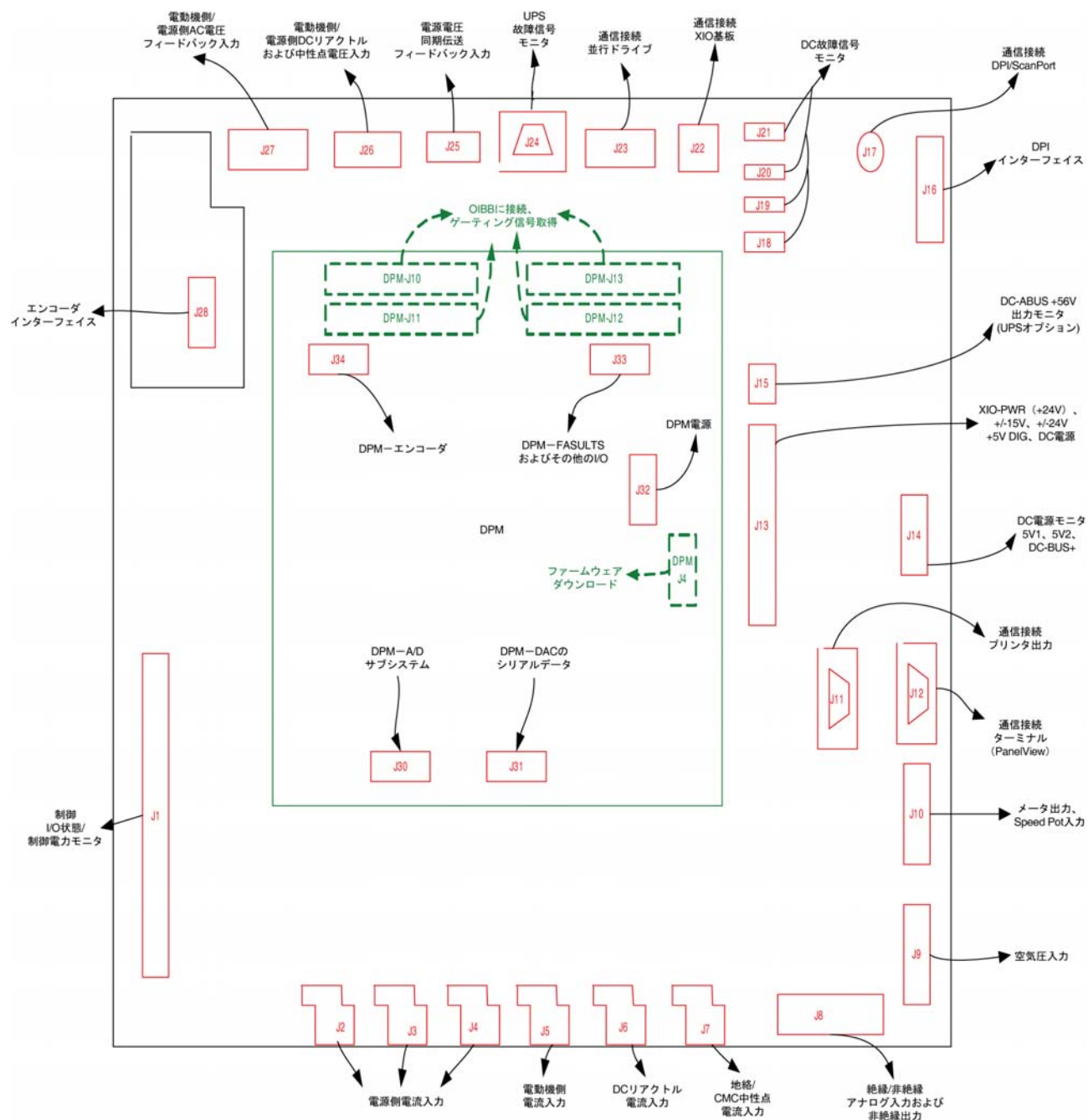



図 5.60　制御基板上の IO コネクタ

## 5.45　ドライブ・プロセッサ・モジュール(DPM)

DPM は制御プロセッサを搭載した基板です。この基板がすべてのドライブ制御処理を担当し、ドライブ制御で使われるすべてのパラメータを保存しています。

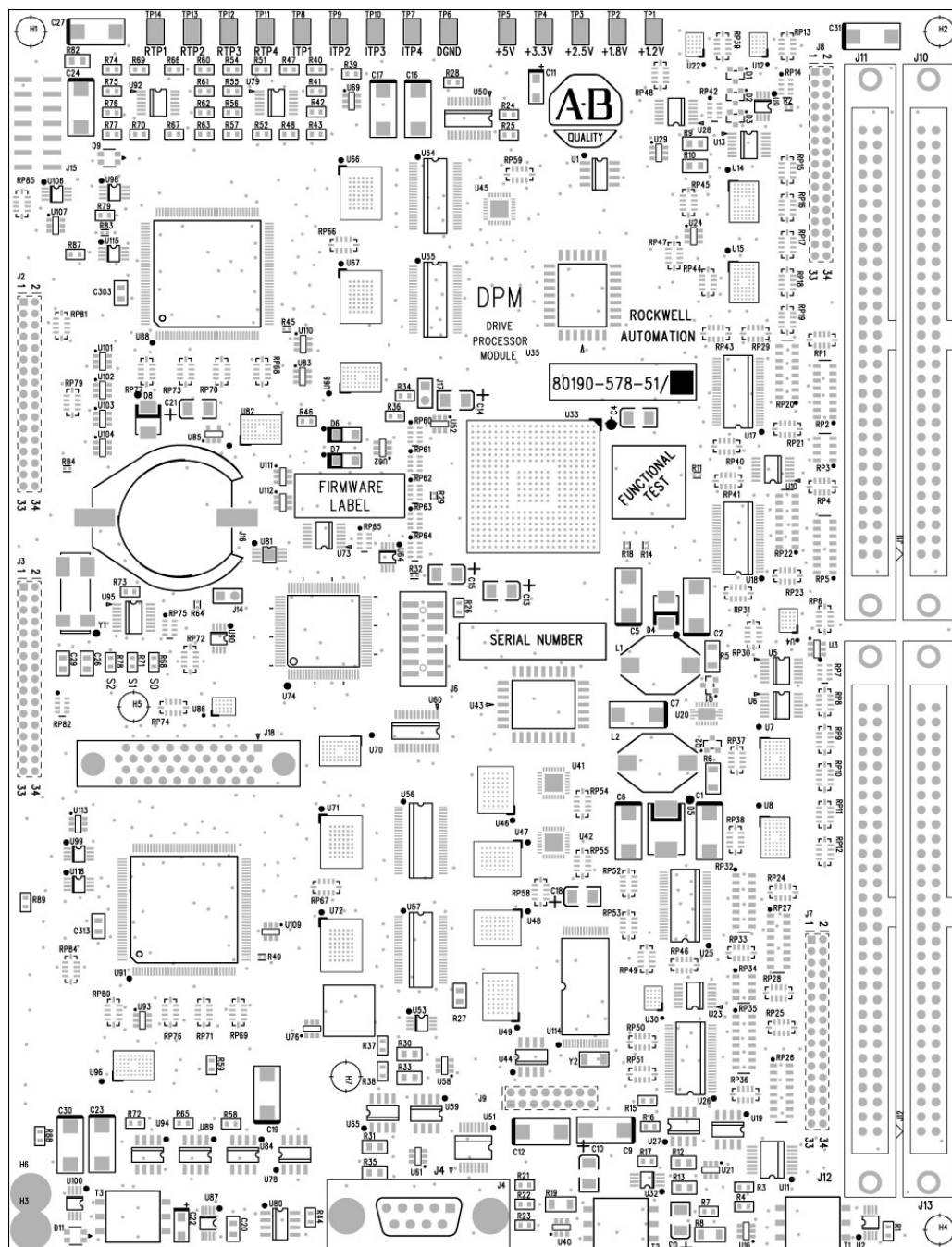



図 5.61　ドライブ・プロセッサ・モジュール(DPM)

次に DPM の測定ポイントを一覧します。

**注：** DPM 上の診断用測定ポイントの出力電圧範囲は-5～+5V です。

表 5.B ドライブ・プロセッサ・モジュール上の測定ポイント

| 測定ポイント | 名称 | 説明 |
|---|---|---|
| DPM-TP1 | +1.2V | +1.2V DC 電源 |
| DPM-TP2 | +1.8V | +1.8V DC 電源 |
| DPM-TP3 | +2.5V | +2.5V DC 電源 |
| DPM-TP4 | +3.3V | +3.3V DC 電源 |
| DPM-TP5 | +5V | +5V DC 電源 |
| DPM-TP6 | DGND | ディジタル接地 |
| DPM-TP7 | ITP1 | ディジタルーアナログ出力：<br>割当て可能な診断用測定ポイント |
| DPM-TP8 | ITP2 | ディジタルーアナログ出力：<br>割当て可能な診断用測定ポイント |
| DPM-TP9 | ITP3 | ディジタルーアナログ出力：<br>割当て可能な診断用測定ポイント |
| DPM-TP10 | ITP4 | ディジタルーアナログ出力：<br>割当て可能な診断用測定ポイント |
| DPM-TP11 | RTP1 | ディジタルーアナログ出力：<br>割当て可能な診断用測定ポイント |
| DPM-TP12 | RTP2 | ディジタルーアナログ出力：<br>割当て可能な診断用測定ポイント |
| DPM-TP13 | RTP3 | ディジタルーアナログ出力：<br>割当て可能な診断用測定ポイント |
| DPM-TP14 | RTP4 | ディジタルーアナログ出力：<br>割当て可能な診断用測定ポイント |

次の表は、DPM 基板上の LED D9 および D11 の表示状態と意味を示しています。D9 はインバータ側のプロセッサ、D11 はコンバータ側プロセッサの状態を示します。他の 2 つの LED (D6、D7)は、それぞれインバータとコンバータのコード監視用です。

表 5.C LED D9 および D11 の表示状態と意味

| 色 | レートまたは回数 (パルス) | 意味 |
|---|---|---|
| 緑 | 10 回 | 実行前テスト OK |
| 赤 | 0.25 Hz | ブートコードなし |
| 緑 | 0.25 Hz | アプリケーションなし |
| 緑 | 0.5 Hz | シリアルポート経由でダウンロード中 |
| 緑 | 2 Hz | シリアルポート動作中(ターミナル) |
| 緑 | 1 Hz | 待機中/アプリケーションのロード中 |
| 緑 | 点灯 | 処理の実行中または成功 |
| 赤 | 点灯 | 処理の失敗 |
| 赤 | 2 回 | POST – RAM 失敗 |
| 赤 | 3 回 | POST – NVRAM 失敗 |
| 赤 | 4 回 | POST – DPRAM 失敗 |
| 赤 | 8 回 | FPGA ロード失敗 |
| 赤 | 9 回 | POST – USART 失敗<br>1 回の緑パルス = ポート 1<br>2 回の緑パルス = ポート 2 |

| 赤 | 10 回 | コード末尾に到達 |
|---|---|---|
| 赤 | 11 回 | ダウンロード – CRC エラー |
| 赤 | 14 回 | ダウンロード – オーバーフローエラー |

### 5.45.1 ドライブ・プロセッサ・モジュールの交換

ドライブ・プロセッサ・モジュール(DPM)を交換する前に、プログラムされたドライブパラメータと設定値をすべて記録しておくことが重要です。特にパラメータ、故障マスク、故障の説明、および PLC リンクは不可欠です。これらの情報は、それぞれの NVRAM に保存されているため、新しい基板に交換すると設定内容がすべて失われてしまいます。パラメータを記録する最も良い方法は、ターミナルのメモリを使うことです。その他の方法としては、フラッシュカード、ハイパーターミナル、ドア取付けのプリンタ、または DriveTools™を使って、パラメータをファイルに記録することも可能です。プリンタやハイパーターミナルを使うと、すべてのドライブ設定情報を印刷できます。それ以外には、これらの情報を手で記録するしか残された方法はありません。基板がいったん故障すると、パラメータを保存することは通常、不可能になります。そのため、試運転調整が終了した時点、またはドライブの保守作業中に、すべてのパラメータを保存しておくことが重要です。基板が故障している場合は、お客様に最新のパラメータの設定を記したコピーの提示をお願いするか、工場にコピーを要求する必要があります。

### 5.45.2 ドライブ・プロセッサ・モジュールの交換手順

1. 可能であれば、上記のいずれかの方法を使って、ドライブのすべての設定情報を記録します。
2. すべての高圧と制御電源からドライブが絶縁され、切り離されていることを確認します。
3. 最初に DPM 上面の透明シートを、4 つのネジを外して取り外します。
4. コネクタを取り外す前に、静電気防止用のストラップを装着してください。
5. コネクタ J4、J11、J12 を確認し、必要であればマークを付けた後、取り外します。展開接続図を参考にしてください。
6. アナログ制御基板(ACB)上のプラスティック製支柱に DPM を四隅で固定している 4 つのネジを外します。
7. ACB 上の 4 つの 34 ピンのメスコネクタ、および 1 つの 16 ピンのメスコネクタから、DPM をゆっくりと取り外します。
8. **DPMからDIMモジュールを取り外し、交換用の新しいDPMに装着します。**
9. ステップ 3～7 を逆の順序で行ない、基板を低圧制御部内に再度取り付けます。
10. ドライブに制御電源を投入します。DPM はファームウェアをインストールせずに出荷されるため、ドライブは自動的にダウンロードモードになります。「ファームウェアのダウンロード」での説明に従って、ファームウェアをドライブにインストールします。

11. ドライブをプログラムします。技術データ『Medium Voltage AC Drive Parameters』(Publication **7000-TD002_-EN-P**)を参照してください。パラメータは NVRAM に保存し、さらに前述の方法でドライブの外部にも保存しなければなりません。

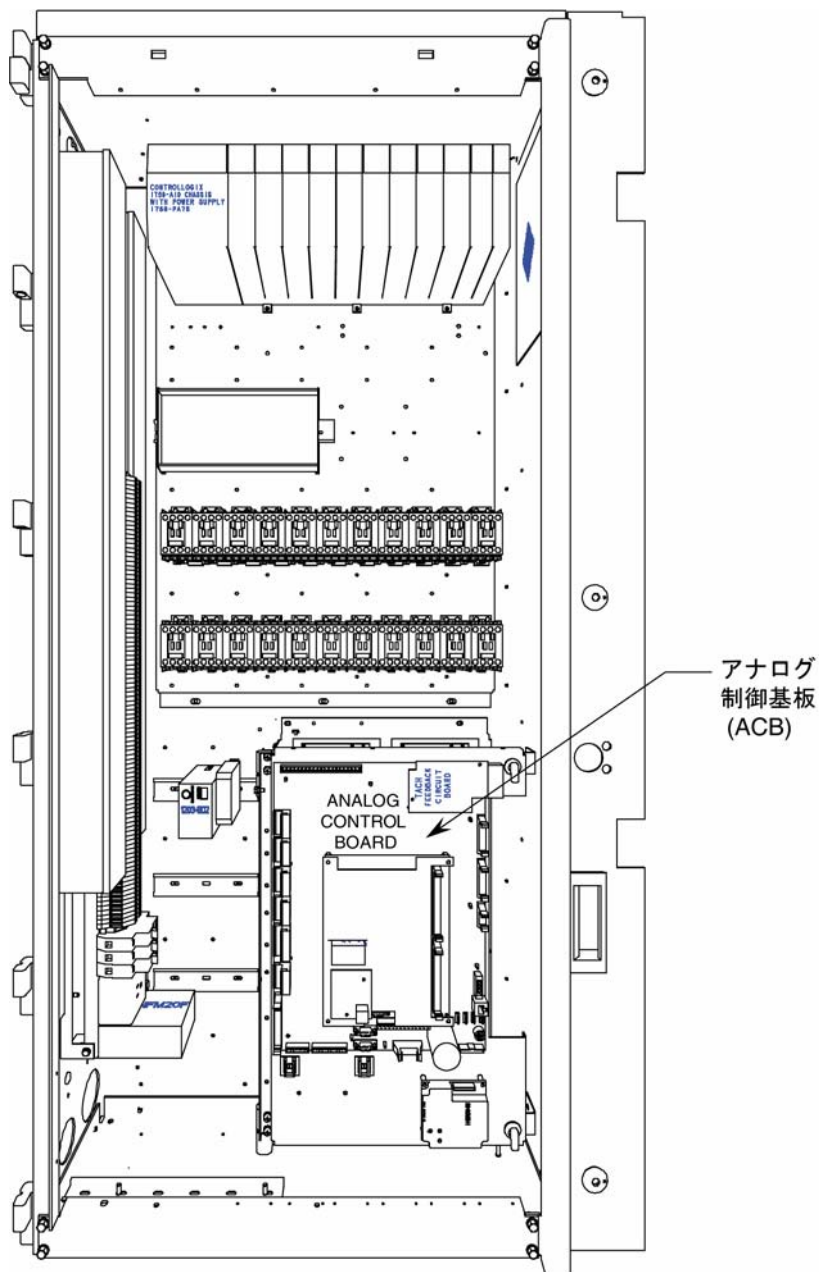



図 5.62　ACB と DPM の交換

## 5.46　アナログ制御基板(ACB)

アナログ制御基板(ACB：Analog Control Board)は、外部機器とドライブの間のすべての制御レベル信号のハブです。アナログ I/O、(外部 I/O 基板を経由する)外部故障信号、DPI 通信モジュール、リモート I/O、ターミナルインターフェイス、プリンタ、モデム、ドライブ認識モジュール、およびその他の外部通信機器は、この基板を経由して通信します。

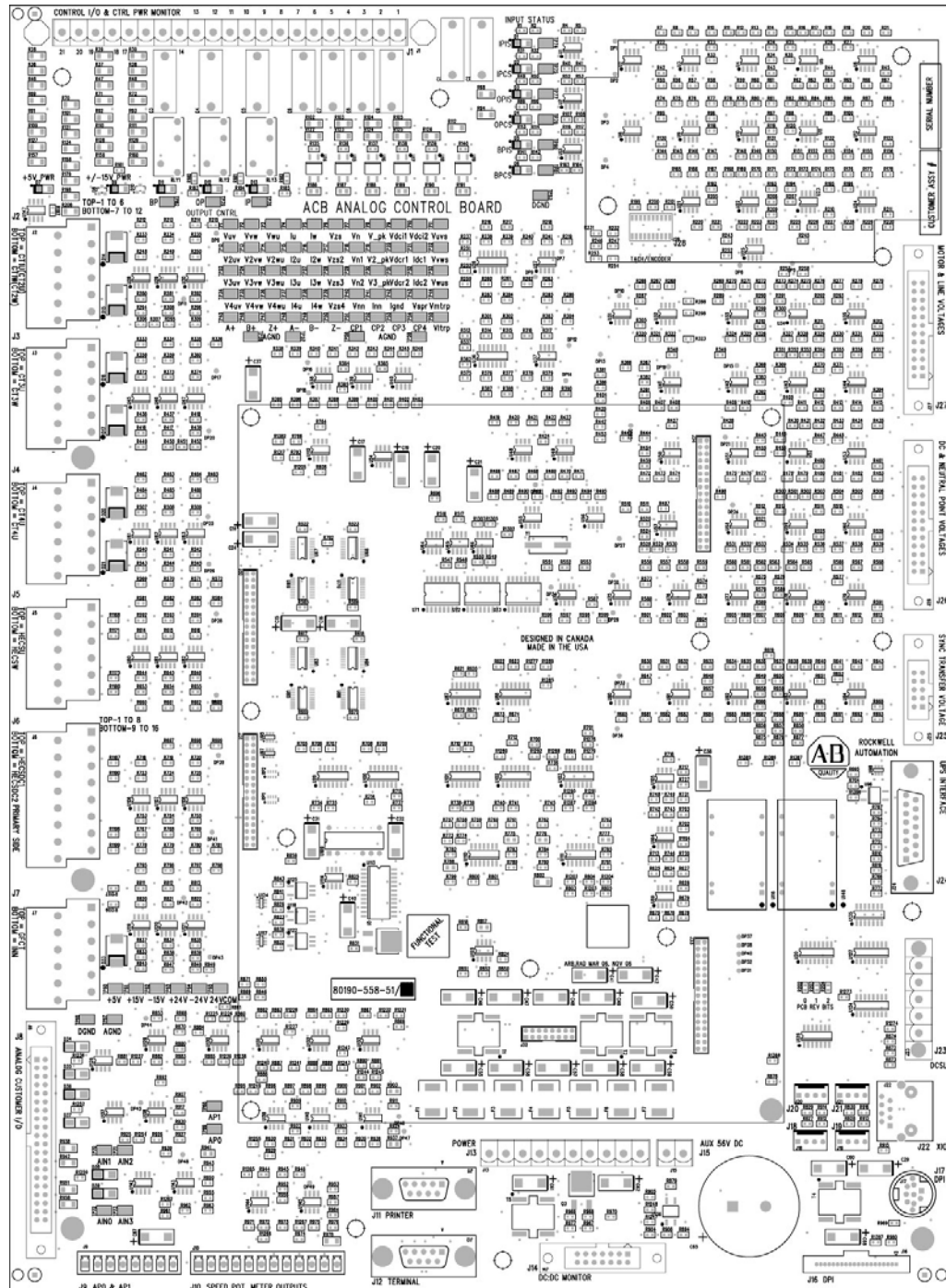



図 5.63　アナログ制御基板(ACB)

ACB はドライブの内部コンポーネントからのすべてのアナログ信号を受信します。これには電流と電圧のフィードバック信号が含まれます。この基板は、非常停止、接触器制御、および状態フィードバック用の、絶縁されたディジタル I/O (無電圧接点信号)も備えています。電流、システム電圧、制御電圧、および磁束用のすべての測定ポイントが、ACB 上にあります。

表 5.D　アナログ制御基板上のコネクタ

| ACB の<br>コネクタ | 説明 |
|---|---|
| ACB-J1 | 制御 I/O および制御電力モニタ |
| ACB-J2 | 電源側電流入力、CT2U、CT2W |
| ACB-J3 | 電源側電流入力、CT3U、CT3W |
| ACB-J4 | 電源側電流入力、CT4U、CT4W |
| ACB-J5 | 電動機側電流入力、HECSU、HECSW |
| ACB-J6 | DC リアクトル電流入力、HECSDC1、HECDC2 |
| ACB-J7 | 接地障害/CMC 中性点電流入力、GFCT、INN |
| ACB-J8 | 絶縁/非絶縁アナログ入力、AIN1、AIN2、AIN3<br>および非絶縁出力 AOUT1、AOUT2、AOUT3、AOUT4 |
| ACB-J9 | 空気圧入力、AP0、AP1(TSP からの入力) |
| ACB-J10 | メータ出力、AOUT5、AOUT6、AOUT7、AOUT8、および Speed Pot 入力、AIN0 |
| ACB-J11 | 通信接続、プリンタ出力 |
| ACB-J12 | 通信接続、PanelView |
| ACB-J13 | DC 電源、XIO (+24V)、+/-15V、+/-24V、+5V |
| ACB-J14 | DC 電源モニタ、5V1、5V2、DC-BUS |
| ACB-J15 | DC-ABUS +56V 出力モニタ(UPS オプション) |
| ACB-J16 | DPI インターフェイス |
| ACB-J17 | 通信接続、スキャンポート |
| ACB-J18 | DC 故障信号モニタ |
| ACB-J19 | DC 故障信号モニタ |
| ACB-J20 | DC 故障信号モニタ |
| ACB-J21 | DC 故障信号モニタ |
| ACB-J22 | 通信接続、XIO リンク CAN インターフェイス |
| ACB-J23 | 通信接続、並行ドライブ |
| ACB-J24 | UPS 故障信号モニタ |
| ACB-J25 | 電源電圧同期切換えフィードバック電圧入力、VSA、VSB、VSC |
| ACB-J26 | 電動機側/電源側 DC リアクトルおよび中性点電圧入力 |
| ACB-J27 | 電動機側/電源側 AC 電圧フィードバック入力 |
| ACB-J28 | エンコーダインターフェイス |
| ACB-J30 | DPM 接続、A/D SUB システム |
| ACB-J31 | DPM 接続、DAC シリアルデータ |
| ACB-J32 | DPM 電源、+5V |
| ACB-J33 | DPM 接続、故障その他の I/O |
| ACB-J34 | DPM 接続、エンコーダ |

表 5.E　アナログ制御基板上の測定ポイント

| 測定ポイント | 名称 | 説明 |
|---|---|---|
| TP1 | Vuv | 電動機電圧フィードバック、UV |
| TP2 | Vvw | 電動機電圧フィードバック、VW |
| TP3 | Vwu | 電動機電圧フィードバック、WU |
| TP4 | Iu | 電動機電流、HECSU |
| TP5 | Iw | 電動機電流、HECSW |
| TP6 | Vzs | ゼロシーケンス生成電動機側、VZS |
| TP7 | Vn | 電動機側フィルタ CAP 中性点電圧、MFCN |
| TP8 | V_pk | UVW の電動機過電圧検出 |
| TP9 | Vdci1 | ブリッジ#1 の電動機側 DC リアクトル電圧、VMDC1 |
| TP10 | Vdci2 | ブリッジ#2 の電動機側 DC リアクトル電圧、VMDC2 |
| TP11 | Vuvs | 電源電圧同期フィードバック、VSAB |
| TP12 | V2uv | 電源電圧フィードバック、2UV |
| TP13 | V2vw | 電源電圧フィードバック、2VW |
| TP14 | V2wu | 電源電圧フィードバック、2WU |
| TP15 | I2u | 電源側電流、CT2U |
| TP16 | I2w | 電源側電流、CT2W |
| TP17 | Vzs2 | ゼロシーケンス生成電源側、VZS2 |
| TP18 | Vn1 | ブリッジ#1 の電源側フィルタ CAP 中性点電圧、LFCN1 |
| TP19 | V2_pk | 2UVW の AC 過電圧検出 |
| TP20 | Vdcr1 | ブリッジ#1 の電源側 DC リアクトル電圧、VLDC1 |
| TP21 | Idc1 | DC リアクトル電流、HECSDC1 |
| TP22 | Vvws | 電源電圧同期フィードバック、VSBC |
| TP23 | V3uv | 電源電圧フィードバック、3UV |
| TP24 | V3vw | 電源電圧フィードバック、3VW |
| TP25 | V3wu | 電源電圧フィードバック、3WU |
| TP26 | I3u | 電源側電流、CT3U |
| TP27 | I3w | 電源側電流、CT3W |
| TP28 | Vzs3 | ゼロシーケンス生成電源側、VZS3 |
| TP29 | Vn2 | ブリッジ#2 の電源側フィルタ CAP 中性点電圧、LFCN2 |
| TP30 | V3_pk | 3UVW の AC 過電圧検出 |
| TP31 | Vdcr2 | ブリッジ#2 の電源側 DC リアクトル電圧、VLDC2 |
| TP32 | Idc2 | DC リアクトル電流、HECSDC2 |
| TP33 | Vwus | 電源電圧同期フィードバック、VSCA |
| TP34 | V4uv | 電源電圧フィードバック、4UV |
| TP35 | V4vw | 電源電圧フィードバック、4VW |
| TP36 | V4wu | 電源電圧フィードバック、4WU |
| TP37 | I4u | 電源側電流、CT4U |
| TP38 | I4w | 電源側電流、CT4W |
| TP39 | Vzs4 | ゼロシーケンス生成電源側、VZS4 (予備 1) |
| TP40 | Vnn | CMC 中性点電圧、VNN |

表 5.E　アナログ制御基板上の測定ポイント(続き)

| 測定ポイント | 名称 | 説明 |
|---|---|---|
| TP41 | Inn | CMC 中性点電流、INN |
| TP42 | Ignd | 接地故障電流、GFCT |
| TP43 | Vspr | 入力用予備チャンネル |
| TP44 | Vmtrp | 電動機過電圧検出設定ポイント |
| TP45 | A+ | エンコーダ A+入力 |
| TP46 | B+ | エンコーダ B+入力 |
| TP47 | Z+ | エンコーダ Z+入力 |
| TP48 | A- | エンコーダ A-入力 |
| TP49 | B- | エンコーダ B-入力 |
| TP50 | Z- | エンコーダ Z-入力 |
| TP51 | CP1 | チャンネル 1 の制御電力モニタ |
| TP52 | CP2 | チャンネル 2 の制御電力モニタ |
| TP53 | CP3 | チャンネル 3 の制御電力モニタ |
| TP54 | CP4 | チャンネル 4 の制御電力モニタ |
| TP55 | Vltrp | 2UVW/3UVW 用の AC 過電圧検出設定ポイント |
| TP56 | AGND | アナログ接地 |
| TP57 | AGND | アナログ接地 |
| TP58 | AGND | アナログ接地 |
| TP59 | AGND | アナログ接地 |
| TP60 | +5V | +5V DC 電源 |
| TP61 | +15V | +15V DC 電源 |
| TP62 | -15V | -15V DC 電源 |
| TP63 | +24V | +24V DC 電源 |
| TP64 | -24V | -24V DC 電源 |
| TP65 | 24VCOM | +/- 24V コモン |
| TP66 | DGND | ディジタル接地 |
| TP67 | AGND | アナログ接地 |
| TP68 | AP1 | アナログ制御入力、空気圧入力、AP1 |
| TP69 | AP0 | アナログ制御入力、空気圧入力、AP0 |
| TP70 | AIN1 | アナログ制御入力、AIN1 |
| TP71 | AIN2 | アナログ制御入力、AIN2 |
| TP72 | AIN0 | アナログ制御入力、AIN0 |
| TP73 | AIN3 | アナログ制御入力、AIN3 |
| TP74 | IPIS | 入力絶縁開閉器 |
| TP75 | IPCS | 入力接触器の状態 |
| TP76 | IP | 入力接触器の指令信号 |
| TP77 | OPIS | 出力絶縁開閉器 |
| TP78 | OPCS | 出力接触器の状態 |
| TP79 | OP | 出力接触器の指令信号 |
| TP80 | BPIS | バイパス絶縁開閉器 |
| TP81 | BPCS | バイパス接触器の状態 |
| TP82 | BP | バイパス接触器の指令信号 |
| TP83 | DGND | ディジタル接地帰路 |

### 5.46.1 LED

ACB 上には、D7、D9 とラベルが付けられた 2 つの電圧状態 LED があります。

- D9 は±15V DC電圧-OK信号の状態を示します。
- D7 は+5V DC電圧-OK信号の状態を示します。

### 5.46.2 インターフェイスモジュール(IFM)

インターフェイスモジュール(IFM)は、ACB への接続をお客様がご利用になれるようにします。以下のページで挙げているピン番号は、IFM のピン番号です。

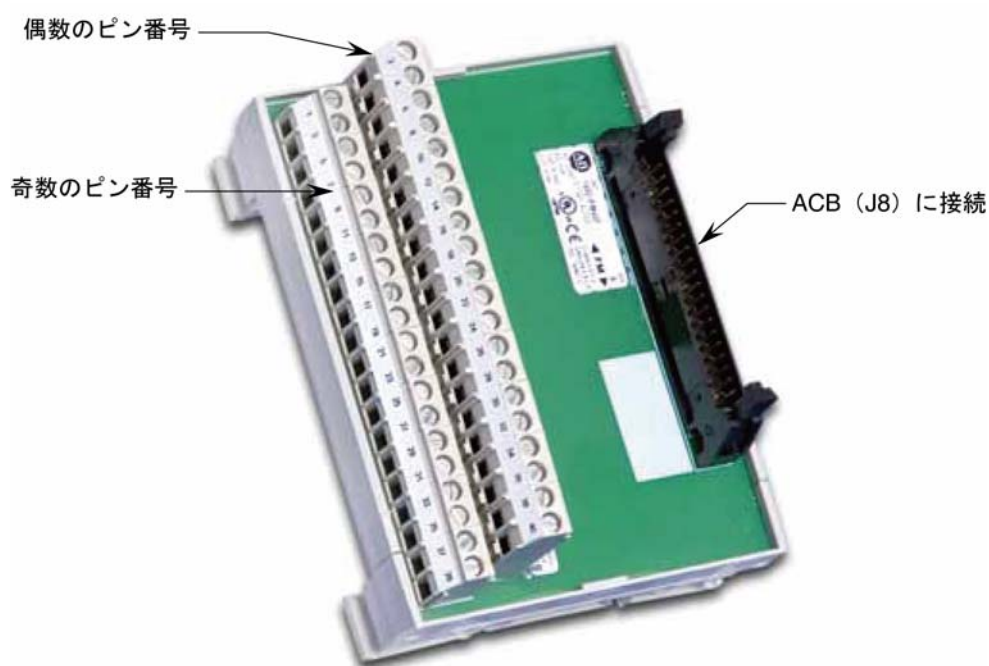



図 5.64　インターフェイスモジュール(IFM)

### 5.46.3 アナログ入出力

「B」フレーム PowerFlex 7000 の制御部には、絶縁プロセス電流ループトランスミッタが 1 つ、絶縁プロセス電流ループレシーバが 3 つあります。これらは ACB 上に装備されています。

絶縁プロセス出力は 4～20 mA に設定されています。3 つの絶縁プロセス入力は、-10/0/+10V または 4～20 mA の範囲に個々に設定できます(『Programming Manual』を参照してください)。

これらのトランスミッタとレシーバ、およびそれぞれの接続について以下に説明します。

## 5.47　電流ループトランスミッタ

電流ループトランスミッタは、4～20mA の出力を外部レシーバに伝送します。トランスミッタのループ定格は 12.5V です。ループ定格とは、電流値を最大にするためにトランスミッタが生成できる最大電圧のことであり、通常は電源電圧によって決まります。したがって、「B」フレーム PowerFlex 7000 のトランスミッタは、最大 625Ω の入力抵抗でレシーバを駆動できます。トランスミッタのブロック図を次に示します。

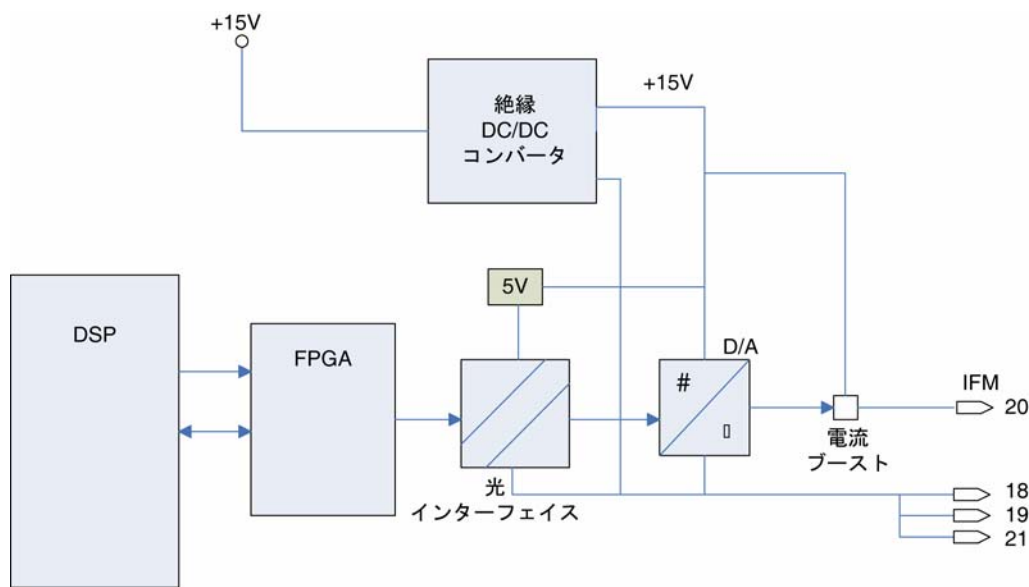



図 5.65　プロセス・ループ・トランスミッタのブロック図

このタイプのトランスミッタは 4 ワイヤトランスミッタと呼ばれ、レシーバからの電流を抑制します。レシーバとの接続には、ピン 20 (＋接続)からの電線と、18、19、21 のいずれかのピン(－接続)からの電線の 2 本だけを使用します。

上図は推奨される接続を示しています。使用されるシールドケーブルの種類は用途により異なり、配線の長さ、特性インピーダンス、および信号の周波数成分によって決定されます。

### 5.47.1 絶縁プロセスレシーバ

レシーバの入力は、10/0/+10V 入力信号または-4～20 mA 信号を受け付けるように個別に設定可能です。電圧入力用に設定した場合、各チャンネルの入力インピーダンスは 75 KΩ になります。電流ループ入力用に設定した場合、100Ω の入力インピーダンスを達成するには、トランスミッタに 2 V 以上のループコンプライアンスが必要です。入力設定に関係なく、各入力は±100V DC または 70V RMS AC に個別絶縁されています。

レシーバのブロック図を次に示します。

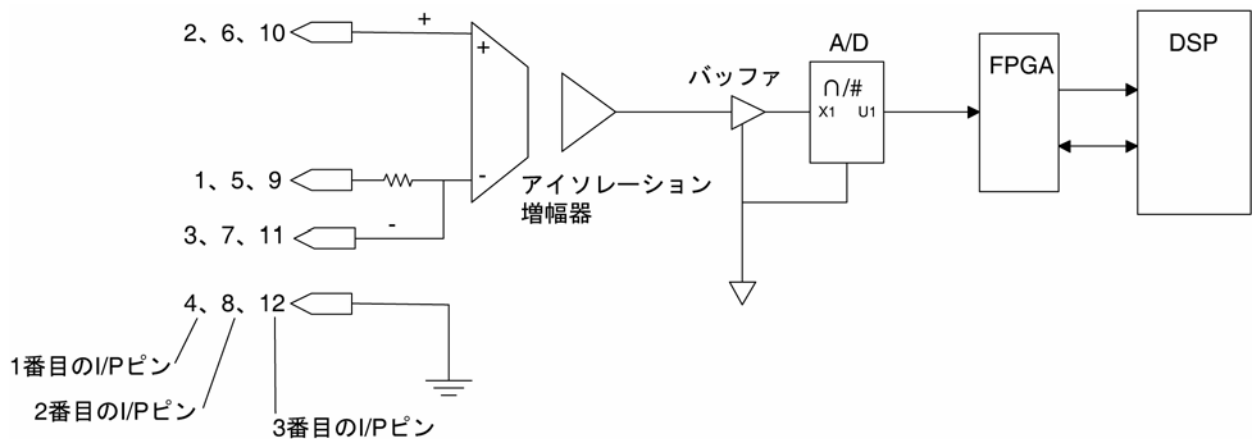



図 5.66　プロセス・ループ・レシーバのブロック図

### 5.47.2 非絶縁プロセス出力

このドライブには 4 つの非絶縁-10/0/+10 V 出力が用意されており、お客様の用途に応じてご利用になれます。これらの出力は、低いインピーダンス (600Ω)でも負荷を駆動できます。これらの出力はすべてドライブの AGND に照合されるため、「B」フレーム PowerFlex の盤の外部で駆動する場合には、絶縁する必要があります。

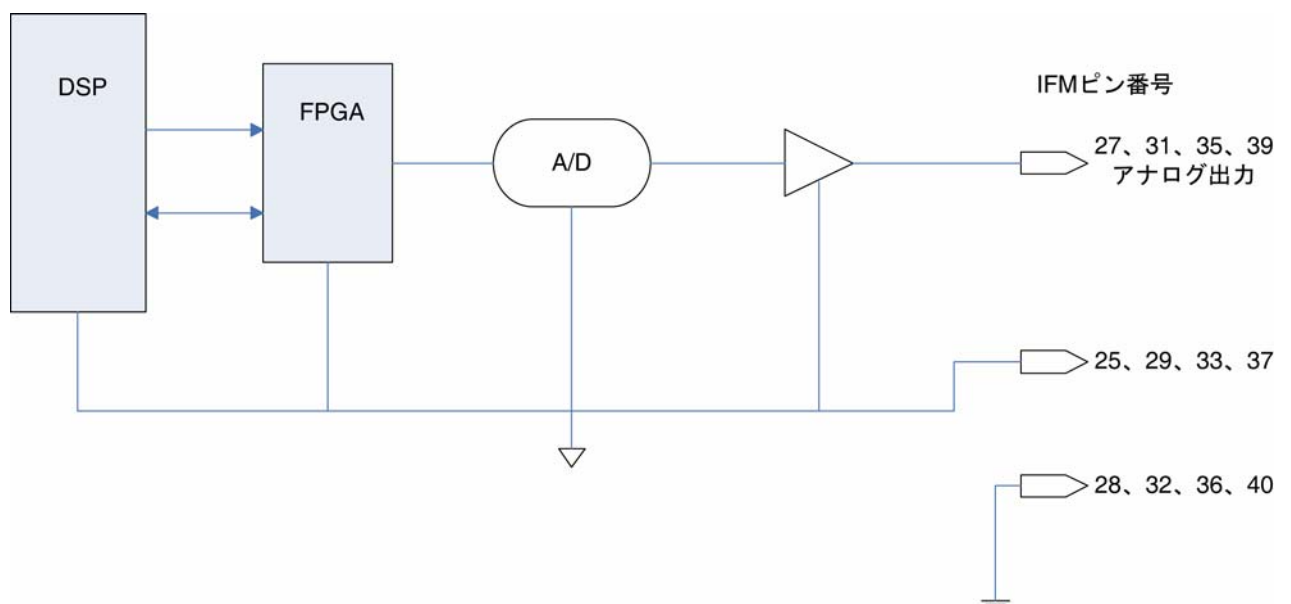



図 5.67　お客様側で設定可能な ACB 上の非絶縁アナログ出力

### 5.47.3 +24V 補助電源

DC/DC コンバータには絶縁 24V 電源が内蔵されています(コネクタ P3)。この電源は、お客様側で用意された機器(消費電力 24W/+24 V 以下)に使用できます。また、プロセス制御出力を追加するためのアイソレーションモジュールなど、ドライブのカスタムオプションへの電力供給にも使用できます。この電源の動作状況はドライブ内でモニタされます。

| ピン番号 | 説明 |
|---|---|
| 1 | ISOLATOR (+24V、1A) |
| 2 | ISOL_COMM (com4) |
| 3 | EARTH |

### 5.47.4 アナログ制御基板(ACB)の交換

アナログ制御基板(ACB)を交換する手順は次のとおりです。

1. ドライブがすべての高圧と制御電源から絶縁され、切り離されていることを確認します。
2. ACB を取り外す前に、DPM 上面の透明シートを取り外し、さらに DPM も取り外す必要があります。DPM 上面の透明シートは、4 つのネジを外して取り外します。
3. コネクタを取り外す前に、静電気防止用のストラップを装着してください。
4. DPM 上のコネクタ J4、J11、J12 を確認し、必要であればマークを付けた後、取り外します。展開接続図を参考にしてください。ACB 上のプラスティック製支柱に固定している 4 つのネジを取り外します。
5. 4 つの 34 ピンコネクタから DPM をゆっくりと取り外します。
6. エンコーダインターフェイス基板を保持しているネジを外し、基板を 8 ピンコネクタからゆっくりと取り外します。
7. ACB 上のコネクタ J1、J2、J3、J4、J5、J6、J7、J8、J9、J10、J12、J13、J14、J16、J22、J24、J25、J26、J27 を確認し、必要に応じてマークを付けた後、取り外します。展開接続図を参考にしてください。
8. 4 つのネジを外し、さらに DPM とエンコーダインターフェイス基板を支持していた 6 つのプラスティック製支柱を外して、ACB を取り外します。
9. ステップ 2～8 を逆の順序で行ない、基板を低圧制御部内に再度取り付けます。
10. 低圧電源を投入し、システムテストと高圧テストを行って、新しい基板が適切に機能することを確認します。

# 5.48　PG フィードバック基板

## 5.48.1　エンコーダのオプション

2 つの位置検出エンコーダインターフェイス基板があり、PowerFlex 7000 ForGe Control で使用できます。これらのエンコーダインターフェイス基板には、お客様がご利用になれる測定ポイントはありませんが、A+、A-、B+、B-、Z+、Z-のバッファおよび絶縁信号は ACB の測定ポイント TP45～TP50 で利用可能です。

どちらのエンコーダ基板を使用する場合も、次のルールを遵守する必要があります。

1. オープンコレクタ出力を持つエンコーダは、ドライブには接続しないでください。受入れ可能な出力は ALD (Analog Line Driver)または Push-Pull です。
2. シングルエンドの直角位相エンコーダを使用すると、ドライバは正しく動作しません。このタイプのエンコーダには差動入力だけを使用することが推奨されます。シングルエンド出力を受入れ可能なのは位置検出エンコーダだけです。

**20B-ENC-1/20B-ENC-1-MX3 エンコーダインターフェイス**

このエンコーダインターフェイスを使えば、標準的な直角位相エンコーダにドライブを接続できます。20B-ENC エンコーダインターフェイスには、A 相、B 相、および Z トラックの光絶縁差動エンコーダ入力があります。これらの入力を、シングルエンドのエンコーダ用に構成することはできません。サポートされているのは作動エンコーダだけです。このボードは、エンコーダ給電用の電気絶縁された 12V/3W 電源も備えています。20B-ENC-1 エンコーダインターフェイスは 5V で動作するように設定できますが、12V での使用を推奨します。

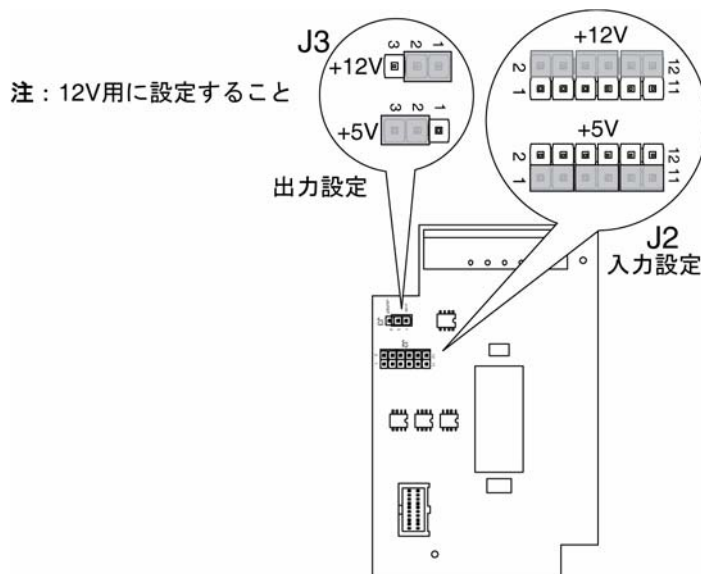



図 5.68　エンコーダインターフェイス(20B-ENC-1 および 20B-ENC-1-MX3)

5V で動作させるとケーブル亘長の制限が厳しくなります。エンコーダインターフェイスとエンコーダの差圧は 5%以内に維持する必要があります。ところが、エンコーダの電圧を 4.75V 以上に保つのは、ケーブルの抵抗とキャパシタンスにより非常に困難です。ケーブル配線が長くなり、電圧が 4.75V を下回ると、エンコーダが正常に機能しなくなります。大まかな目安として、RDC=19.3Ω/km の 18Avg ケーブルを使う場合、インターフェイス基板からエンコーダまでの最大ケーブル長は 12 m (42 フィート)です。

20B-ENC-1-MX3 と 20B-ENC-1 の機能は同じですが、前者にはコンフォーマルコーティングが施されています。図 5.68に、PowerFlex 7000 ドライブで使用する場合の推奨ジャンパ設定を示します。

入力接続:

エンコーダインターフェイスのすべての接続は J1 で行なわれます。接続は次のとおりです。

J1 ピン 1 A+
J1 ピン 2 A-
J1 ピン 3 B+
J1 ピン 4 B-
J1 ピン 5 Z+
J1 ピン 6 Z-
J1 ピン 7 エンコーダ電力帰路
J1 ピン 8 エンコーダ電力(12V/3 W)

## 80190-759-01/80190-759-02 ユニバーサル・エンコーダ・インターフェイス

ユニバーサル・エンコーダ・インターフェイスを使うと、絶対位置検出エンコーダ、標準的な直角位相エンコーダのどちらにもドライブを接続できます。直角位相エンコーダを 2 つ接続したり、冗長化することも可能です。ユニバーサル・エンコーダ・インターフェイスでは、光絶縁された 12 点のシングルエンド入力または 6 点の差動入力が利用可能で、電気絶縁された 12V/3W エンコーダ電源も備えています。絶対位置検出エンコーダには 12 点のシングルエンド入力を使い、直角位相エンコーダには 6 点の差動入力を使います。

どちらのタイプのエンコーダも、ユニバーサル・エンコーダ・インターフェイスで使用できるのは周波数 200 KHz 以下のものです。

ユニバーサル・エンコーダ・インターフェイス 80190-759-02 と 80190-759-01 の機能は同じですが、前者にはコンフォーマルコーティングが施されています。ユニバーサル・エンコーダ・インターフェイスの設定には、12 ポジションヘッダ J4 に装着されているジャンパを使います。ヘッダには「Park」というラベルが付いた 3 つのポジションがあります。次の表中の「オフ」は、このポジションにジャンパを格納した状態です。表中の「オン」は、ジャンパを「Park」から対応する機能のポジションに移動し、その機能を選択した状態です。利用可能な機能を次に示します。

**制御電力がかかっているときにユニバーサル・エンコーダ・インターフェイスを取り外すと、インターフェイス基板が損傷する恐れがあります。必ず制御電源をオフにしてから取り外してください。**

表 5.F　エンコーダの設定

| ENC_TYPE | POL_QRDNT | CD_DQUAD | 設定 |
|---|---|---|---|
| オン | オン | オン | シングル直角位相エンコーダオプション(工場出荷時のデフォルト) |
| オン | オン | オフ | デュアル直角位相エンコーダオプション(冗長化なし) |
| オン | オフ | オフ | デュアル直角位相エンコーダオプション(冗長化) |
| オン | オフ | オン | 冗長化のためにシングル直角位相オプション(CDSEL/DQUAD)の除去が必要 |
| オフ | オン | オン | グレーコード絶対位置検出エンコーダ、Low True |
| オフ | オン | オフ | 自然 2 進絶対位置検出エンコーダ、Low True |
| オフ | オフ | オン | グレーコード絶対位置検出エンコーダ、High True |
| オフ | オフ | オフ | 自然 2 進絶対位置検出エンコーダ、High True |

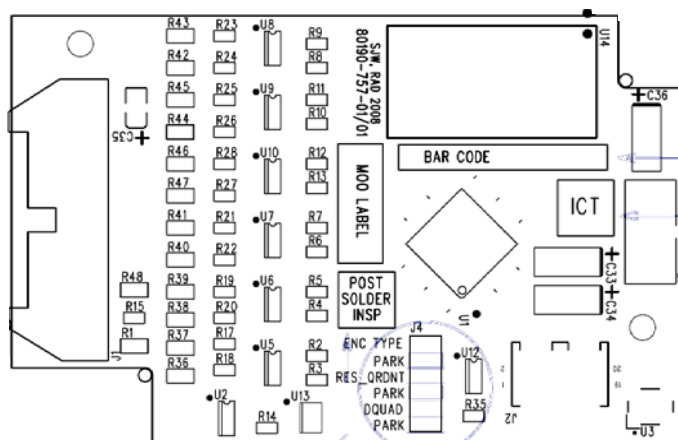



図 5.69　ユニバーサルエンコーダ基板

ユニバーサル・エンコーダ・インターフェイスへの接続は、1492-IFM20F インターフェイスモジュールを介します。IFM への接続は次のとおりです。

表 5.G　エンコーダの機能

| IFM の<br>ピン番号 | 直角位相エンコーダの機能 | 絶対位置検出エンコーダの機能 |
|---|---|---|
| 1 | A1+ | E0 |
| 2 | A1- | E1 |
| 3 | B1+ | E2 |
| 4 | B1- | E3 |
| 5 | ENC_COM | ENC_COM |
| 6 | Z1+ | E4 |
| 7 | Z1- | E5 |
| 8 | A2+　(冗長/デュアル ENC) | E6 |
| 9 | A2-　(冗長/デュアル ENC) | E7 |
| 10 | ENC_COM | ENC_COM |
| 11 | B2+　(冗長/デュアル ENC) | E8 |
| 12 | B2-　(冗長/デュアル ENC) | E9 |
| 13 | Z2+　(冗長/デュアル ENC) | E10 |
| 14 | Z2-　(冗長/デュアル ENC) | E11 |
| 15 | ENC_COM | ENC_COM |
| 16 | ENC_COM | ENC_COM |
| 17 | ENC_COM | ENC_COM |
| 18 | ENC PWR (+12V) | ENC PWR (+12V) |
| 19 | ENC PWR (+12V) | ENC PWR (+12V) |
| 20 | ENC PWR (+12V) | ENC PWR (+12V) |

図 5.70　20 ピン・インターフェイス・モジュール(IFM)

### 5.48.2 直角位相エンコーダの動作

ユニバーサル・エンコーダ・インターフェイスには、直角位相エンコーダを1つまたは2つ接続できます。直角位相エンコーダを使用できるように基板を設定するには、J4のジャンパを使います。

ユニバーサル・エンコーダ・インターフェイス基板は、工場出荷時にシングル直角位相エンコーダ用に設定されています。❶

デュアルエンコーダ用の設定では、1次エンコーダが1492-IFM20モジュールの1～7ピンに接続されます(前ページの表を参照してください)。

デュアルエンコーダ設定を選択するには、CD_QUADのジャンパを外してPARKに入れます。これにより、インターフェイス基板が2つの直角位相エンコーダを個別に受け入れるようになります。このモードでは、2台の電動機間の同期切換えなどの用途で、それぞれの電動機に専用のエンコーダを用意し、これらのエンコーダを切り替えることができます。

冗長エンコーダ設定を選択する場合は、CD_QUADとPOL_QRDNTのジャンパを外してPARKに入れます。この設定では、1次エンコーダに問題が見つかったときに、ドライブが自動的に冗長側エンコーダに切り替えます。

❶ 利用可能なデュアル直角位相エンコーダ設定については、工場までお問い合わせください。

**注意**

**ドライブが冗長側エンコーダに切り替えると、制御電力をリサイクルしない限り、1次エンコーダに再度切り替えることはありません。**

### 5.48.3 位置検出エンコーダの動作 ❷

ユニバーサル・エンコーダ・インターフェイスには、直角位相エンコーダだけでなく位置検出エンコーダ(絶対位置検出エンコーダ)も接続できます。パラレルな位置データがシリアルストリームに変換され、ドライブからの要求に応じてDPMに送られます。インターフェイス基板は、DPMに送るバイナリデータから、ゼロ位置のマークを含む疑似的な直交差動信号も生成します。

位置検出エンコーダ用の設定には、以下の4種類があります。いずれの設定でも、ENC_TYPEジャンパは使用しません。残りのジャンパのうち、CD_DQUADで位置データの種類(グレーコードまたは自然2進)を設定し、POL_QRDNTでHigh True、Low Trueのどちらかを指定します。

1. グレーコード、Low True：グレーコードの入力データを反転し、さらにバイナリに変換してDPMに送ります。
2. 自然2進、Low True：入力データを反転しますが、変換は行ないません。
3. グレーコード、High True：グレーコードの入力データをバイナリに変換します。入力データの反転は行ないません。
4. 自然2進、High True：位置データをシリアルストリームに変換します。データの反転やバイナリ変換は行ないません。

❷ 利用可能な位置検出エンコーダについては、工場までお問い合わせください。

### 5.48.4 位置検出エンコーダ選択のガイドライン

位置検出エンコーダを選択する際には、最適な性能を得るためにも、以下のガイドラインに従ってください。

1. コード選択：絶対位置検出エンコーダには、グレーコードを出力する製品とバイナリ出力の製品があります。グレーコードもバイナリコードの一種ですが、隣接した値または位置に変化するごとに一度に 1 つのビットしか変化しません。一度に 1 つのビットしか変化しないため、データに曖昧さがなくなり、ユニバーサル・エンコーダ・インターフェイスで効果的に位置データを読み取ることができます。たとえば、位置データが 255 から 2556 に変化した場合、自然 2 進コードとグレーコードでは、変化は次のように表されます。

| | 自然 2 進コード | グレーコード |
|---|---|---|
| 255 | 011111111 | 010000000 |
| 256 | 100000000 | 110000000 |

   自然 2 進コードでは 9 ビットすべての値が変わっていますが、グレーコードでは最上位ビットだけです。ユニバーサル・エンコーダ・インターフェイスの挙動には、周波数フィルタコンポーネントと入力ヒステリシスによる遅延があります。この遅延の変動によって、OFF (または ON)に切り替わりつつあるビットが ON (または OFF)と誤って読み取られると、エラーの原因になります。グレーコードの場合は一度に 1 ビットしか変化しないため、曖昧エラーが連続して発生することはありません。この理由に加え、突入電流を抑制するためにも、グレーコードを出力する位置検出エンコーダの利用を推奨します。

2. データの極性：通常、絶対位置検出エンコーダの出力はHigh Trueです。High/Trueオプション(または「反転なし/反転」オプション)のないエンコーダは、High Trueエンコーダと考えてかまいません。10 ビットHigh Trueエンコーダの場合、ゼロ位置は 0000000000 で表されます。Low/True エンコーダではゼロ位置は 1111111111 です。ユニバーサル・エンコーダ・インターフェイスでは、位置データはハードウェアで反転されます。具体的には、1 でオプトカプラがオンになり、0 が生成されます。したがって、High Trueエンコーダのゼロ位置は 1111111111 になります。入力の極性はPOL_QRDNTジャンパで制御できます。このジャンパが装着されている(工場出荷時のデフォルト)場合、ユニバーサル・エンコーダ・インターフェイスはHigh Trueエンコーダを受け入れ、追加反転処理を行ないます。Low Trueエンコーダをお使いの場合は、ゼロ位置がオプトカプラだけで反転されるように、このジャンパを外す必要があります。

   POL_QRDNT ジャンパには、エンコーダの取付けが不適切で CCW 回転数が減少する場合に、データを修正する役割もあります。その場合には、データ極性が通常とは逆になるように POL_QRDNT ジャンパを設定する必要があります。たとえば、ユニバーサル・エンコーダ・インターフェイスを High True エンコーダ用に設定している(POL_QRDNT ジャンパを装着している)場合にエンコーダの取付けが正しくなければ、POL_QRDNT ジャンパを外してください。

# 5.49　外部 I/O 基板

外部 I/O 基板(XIO：External Input/Output)は、ネットワークケーブル(CAN Link)経由でアナログ制御基板(ACB)に接続されています。このケーブルは、XIO Link A (J4)または XIO Link B (J5)に接続できます。XIO 基板は、外部のすべてのディジタル入出力信号を取り扱い、それらをケーブルを通じて ACB に送ります。カード上には絶縁されたそれぞれ 16 点の入力と出力があり、それらは始動、停止、運転、故障、警告、待機、徐動、および外部リセットの信号を含むランタイム I/O に使われます。この基板は、標準のドライブ故障信号(変圧器/AC リアクトル温度異常上昇、直流リアクトル温度異常上昇など)と、いくつかの設定可能な予備の故障入力も取り扱います。各 XIO に特定の機能(一般の I/O、外部 I/O、または水冷)を割り付けるためのオプションが、ソフトウェアに用意されています。

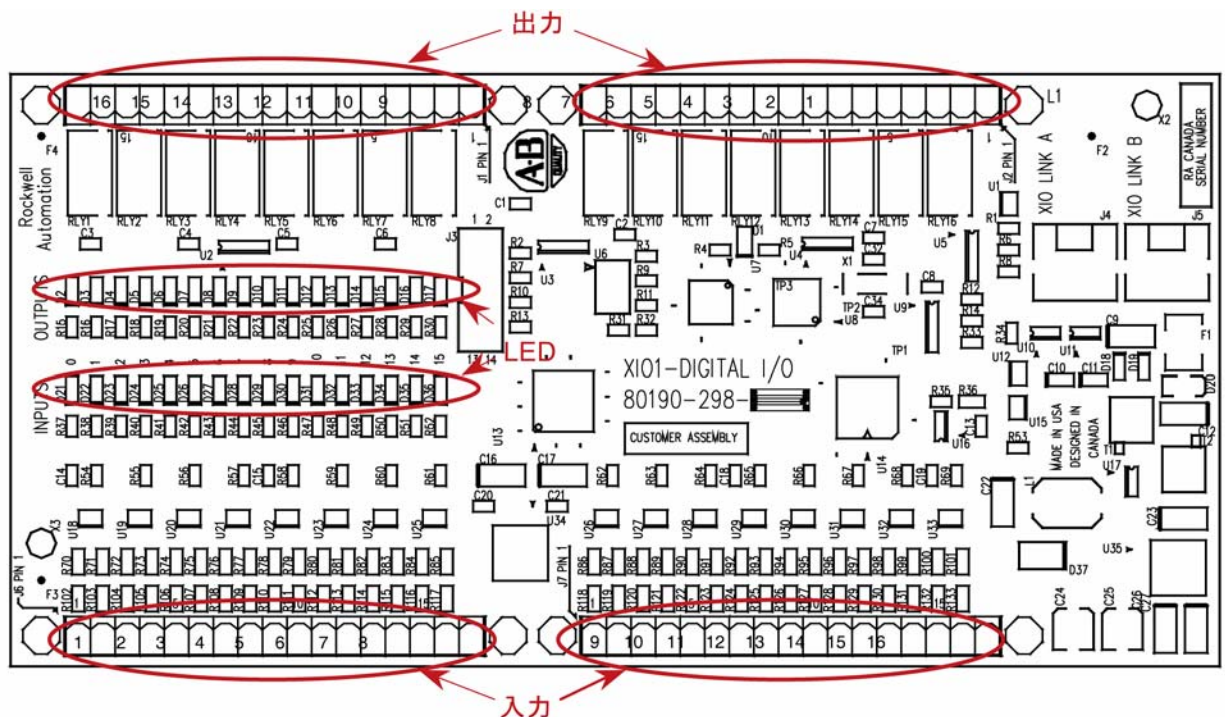



図 5.71　XIO 基板

標準ドライブには 1 枚の XIO 基板が装備されていますが、デイジーチェーン接続によって合計 6 枚まで基板を増設できます。最初の基板の XIO LINK B(J5)から 2 枚目の基板の XIO LINK A (J4)に接続し、以降の基板も同様に接続して追加します。ただし、現時点で使用できる基盤は、ドライブの用途と機能によって 1～3 のアドレスの基盤だけです。XIO 基板上の U6 に、その基板のアドレスが示されます。アドレスは XIO 基板のネットワーク上での位置から自動的に計算されます。

XIO の Link A ポートと Link B ポートは区別せずに使用できますが、Link A を上流(ACB に最も近い)側、Link B を下流(ACB から最も遠い)側で使用すれば、容易に配線することができます。

D1 LED と U6 ディスプレイに、基板の状態が示されます。D1 LED の表示状態と意味を次に示します。

| LED の状態 | 説明 |
|---|---|
| 赤の点灯 | 基板故障 |
| 緑と赤が交互に点滅 | ACB 基板との通信不可<br>(ブート中、ファームウェアのダウンロード中、またはプログラミングが未設定の場合は正常) |

表 5.H　U6 ディスプレイの表示と意味

| 表示 | 説明 | 備考 |
|---|---|---|
| – | 有効なアドレスが見つからない | – ネットワークに 7 つ以上の XIO カードがある<br>– XIO ケーブル障害<br>– XIO カード故障<br>– ACB 故障 |
| 0 | カードが「マスター」モード | – ロックウェル・オートメーション専用<br>– J3 への接続を外して電源を遮断後、再投入する |
| 1 – 6 | 有効なアドレス | – 正常 |
| 小数点オン | ネットワークが活動中 | – 正常 |
| 小数点オフ | ネットワークが活動していない | – 電源投入時、ファームウェアのダウンロード中、およびプログラミング未設定のドライブでは正常 |

### 5.49.1　外部 I/O 基板の交換

外部 I/O 基板を交換するには、次の手順に従います。

1. ドライブがすべての高圧と制御電源から絶縁され、切り離されていることを確認します。
2. XIO 基板へつながるすべてのプラグ、ケーブル、およびコネクタの場所と向きを確認し、マークを付けます。展開接続図を参考にしてください。
3. リストバンドを装着した後、すべての接続を取り外します。
4. XIO 基板を低圧制御盤から取り外します。XIO 基板は DIN レール上に取り付けられるため、基板を固定するために特殊な 3 点固定装置が使われます。3 点固定装置は新しい基板には付属していないため、既存の基板を 3 点固定装置から取り外し、代わりに新しい基板を取り付ける必要があります。
5. 新しい XIO 基板を低圧制御盤に取り付けます。
6. すべてのプラグ、ケーブル、およびコネクタを再接続し、場所を確認します。
7. 低圧電源を投入し、システムテストと高圧テストを行って、新しい基板が適切に機能することを確認します。

## 5.50　光インターフェイス基板(OIB)

光インターフェイス基板は、DPM とゲートドライバ回路間のインターフェイスです。ドライブ制御がどの素子を点弧させるかを決定し、電気信号をOIB 基板に送ります。OIB 基板は電気信号を光信号に変換し、それが光ファイバーを通じてゲートドライバカードに送られます。通常、送信ポートは黒(灰)色で、受信ポートは青色です。ゲートドライバはその信号を受け取り、素子を点弧させたり消弧させたりします。光ファイバー診断信号も同様に作動しますが、発信源がゲートドライバ、受信先がドライブ制御基板になります。OIB 基板には、もう 1 つ光ファイバーの受信ポート(RX7)があります。これは温度測定に使用されます。

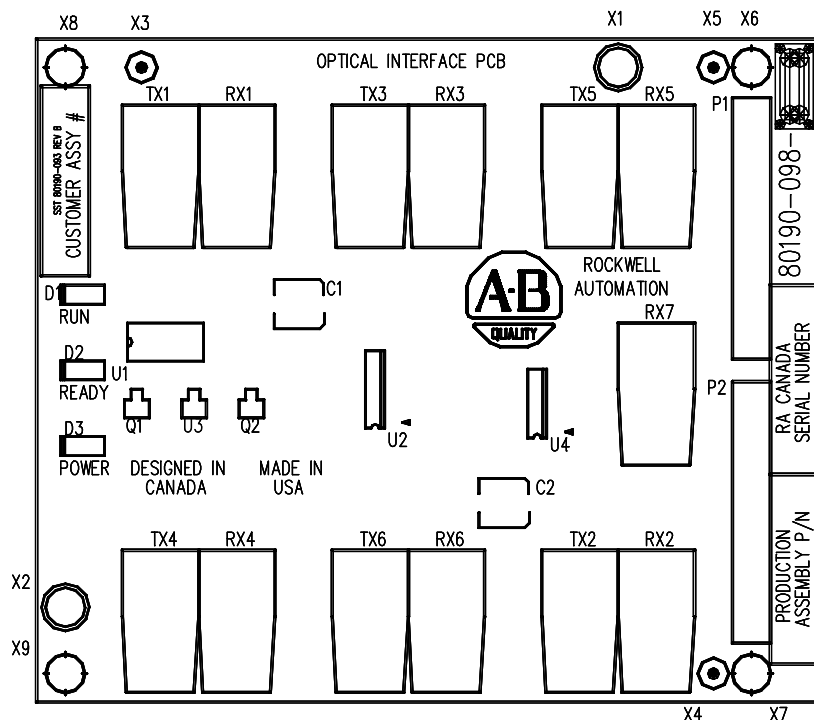



図 5.72　光インターフェイス基板

OIB 基板は、2 個の並列 14 ピンコネクタを電気的接続に使って、光インターフェイスベース基板(OIBB)上に直接取り付けられ、プラスティックのクリップを使って機械的強度が確保されます。OIBB はインバータとコンバータ素子用に、それぞれ 1 枚ずつ装備されています。OIBB と DPM 間のインターフェイスには、J11 と J12 に接続された 2 本のリボンケーブルが使われます。

各 OIB 基板は、6 個の素子(SCR または SGCT)のゲート点弧用と診断信号用のデュープレックス光ファイバーコネクタを取り扱います。物理的にはOIBB 上に取り付けられており、インバータとコンバータ用に 18 個の素子が準備されています。OIBB 上の最上段の OIB 基板は「A 列」素子用、中段の OIB 基板は「B 列」素子用、そして最下段の OIB 基板は「C 列」素子用です。OIB のゲーティング診断と温度フィードバック用の測定ポイントは、OIBB 上にあります。

各 OIB 基板は、サーミスタフィードバック基板からの信号入力も RX7 で受け入れます。サーミスタ接続の数と場所は、ドライブの構成により異なります。通常は、電源側コンバータに 1 つのサーミスタ、負荷側インバータに 1 つのサーミスタがあり、それらがそれぞれ「A」位置にある対応する OIB に入ります。ただし、ドライブの構成によっては、1 つのサーミスタフィードバック接続だけで十分な場合もあります。OIBC 上のサーミスタフィードバック接続は OIBB には実装されておらず、使用されることもありません。詳細は、ドライブに付属の展開接続図を参照してください。これらの信号のアラームとトリップの設定点は、ソフトウェアでプログラムできます。

OIB 基板には 3 個の LED があります。それらの表示状態と意味を、次の表に示します。

| LED | 状態 | 説明 |
|---|---|---|
| D1 | 赤の点灯 | 運転 – OIB が可能(Enable)信号を受信しており、点弧指令信号の送受信が可能になっている |
| D2 | 橙の点灯 | 準備完了 – OIB がすべての送信ポート用に十分な電源を受けている |
| D3 | 緑の点灯 | 電源 – OIB が 2V を超える電圧信号を受信している |

### 5.50.1　光インターフェイス基板の交換

光インターフェイス基板を交換するには、次の手順に従います。

1. ドライブがすべての高圧と制御電源から絶縁され、切り離されていることを確認します。
2. すべての光ファイバーケーブルの場所と向きを確認し、マークを付けます。展開接続図を参考にしてください。
3. リストバンドを装着した後、すべての接続を取り外します。プラスティック製支柱を扱うために、OIBB 上の 60 個のコア・ケーブル・コネクタと接地接続の取外しが必要になる場合もあります。
4. OIB 基板を OIBB から取り外します。4 本のプラスティック製支柱があり、そこに OIB がパチンと締めて固定されています。OIB 基板を取り外すときは、これらの支柱を慎重に取り扱ってください。両基板間は 28 ピンコネクタで接続されており、この接続もピンを曲げないように慎重に取り扱う必要があります。
5. 新しい OIB を OIBB 上に取り付けます。支柱にパチンと締めて固定されていることを確認します。
6. すべての光ファイバー接続を再接続します。場所に注意してください。
7. 低圧電源を投入し、ゲーティングテスト、システムテスト、および高圧テストを行って、新しい基板が適切に機能することを確認します。

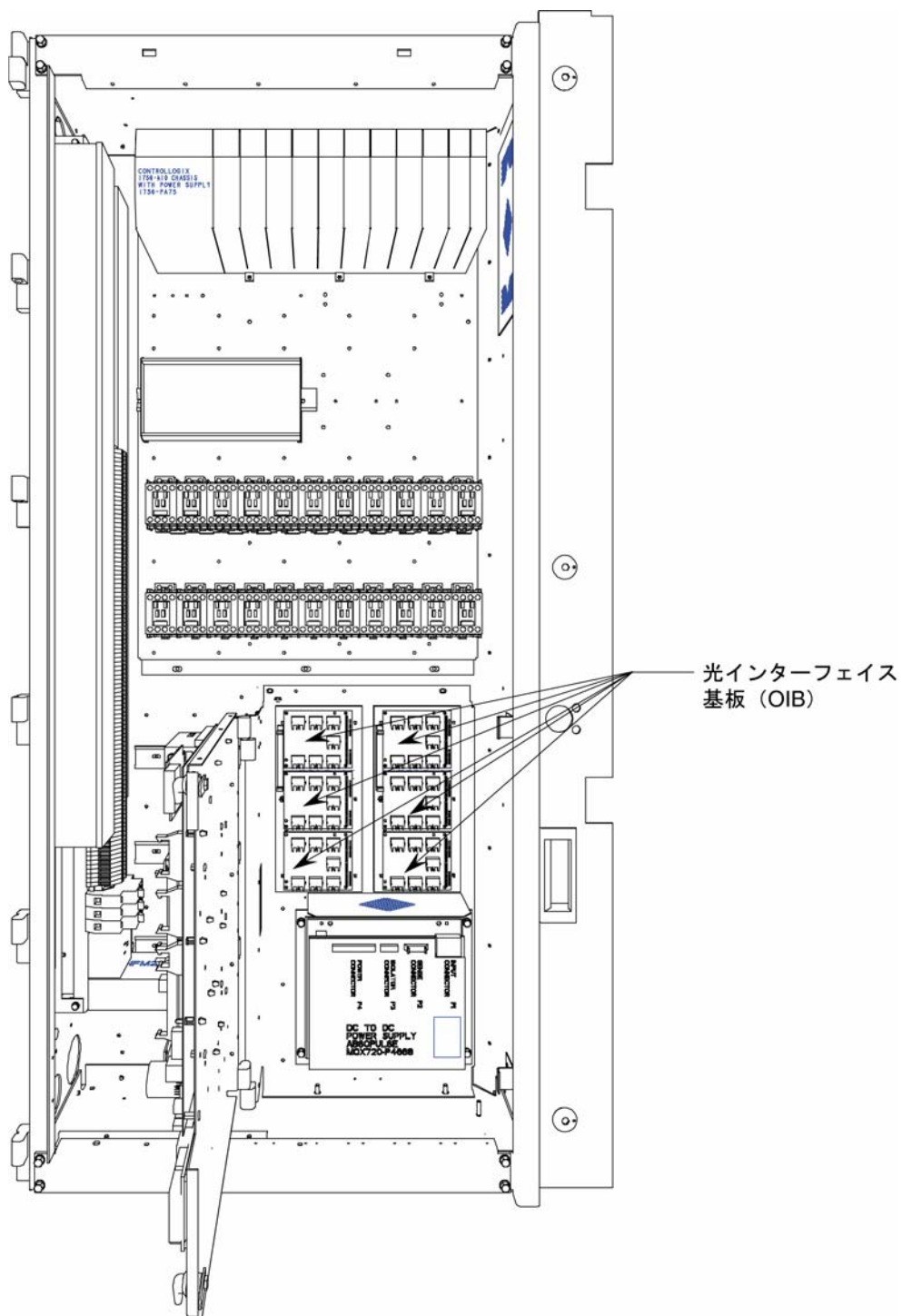



図 5.73　OIB の交換(取付け板にアクセス可能)

## 5.51　光インターフェイスベース基板(OIBB)

この基板は、OIB と DPM を機械的および電気的に相互接続します。OIBB は DPM 上の J11 または J12 に、60 心のシールド付きリボンケーブルで接続されます。このケーブル用のドレインワイヤは、ネジ端子 J8 に接続する必要があります。OIBB 上の残りのコネクタは、装着されている各 OIB を DPM に電気的に接続します。1 つの OIBB には OIB を 1～3 つ装着できます。

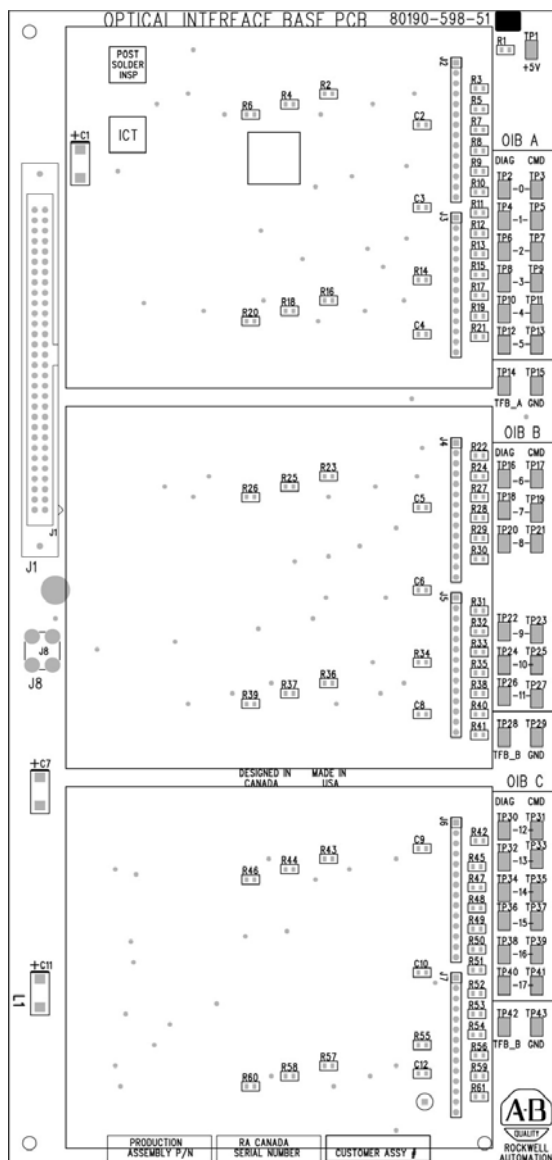



図 5.74光インターフェイスベース基板(OIBB)

### 5.51.1 光インターフェイスベース基板上の測定ポイント

指令信号と診断用の測定ポイントに加え、3 つの接地基準測定ポイントがあります。これらの基準ポイントの電気特性は同一ですが、オシロスコープやチャートレコーダのテスト用リード線を容易に接続できるように配置されています。

表 5.I 光インターフェイスベース基板(OIBB)上の測定ポイント

| 測定ポイント | 信号名 | 説明 |
|---|---|---|
| TP1 | +5V | 5V 電源 |
| TP2 | DIAG_0 | OIB A、RX1 診断フィードバック |
| TP3 | CMD_0 | OIB A、TX1 点弧指令信号 |
| TP4 | DIAG_1 | OIB A、RX2 診断フィードバック |
| TP5 | CMD_1 | OIB A、TX2 点弧指令信号 |
| TP6 | DIAG_2 | OIB A、RX3 診断フィードバック |
| TP7 | CMD_2 | OIB A、TX3 点弧指令信号 |
| TP8 | DIAG_3 | OIB A、RX4 診断フィードバック |
| TP9 | CMD_3 | OIB A、TX4 点弧指令信号 |
| TP10 | DIAG_4 | OIB A、RX5 診断フィードバック |
| TP11 | CMD_4 | OIB A、TX5 点弧指令信号 |
| TP12 | DIAG_5 | OIB A、RX6 診断フィードバック |
| TP13 | CMD_5 | OIB A、TX6 点弧指令信号 |
| TP14 | TFB_A | OIB A 温度フィードバック信号 |
| TP15 | GND | TP1～TP14 の接地基準 |
| TP16 | DIAG_6 | OIB B、RX1 診断フィードバック |
| TP17 | CMD_6 | OIB B、TX1 点弧指令信号 |
| TP18 | DIAG_7 | OIB B、RX2 診断フィードバック |
| TP19 | CMD_7 | OIB B、TX2 点弧指令信号 |
| TP20 | DIAG_8 | OIB B、RX3 診断フィードバック |
| TP21 | CMD_8 | OIB B、TX3 点弧指令信号 |
| TP22 | DIAG_9 | OIB B、RX4 診断フィードバック |
| TP23 | CMD_9 | OIB B、TX4 点弧指令信号 |
| TP24 | DIAG_10 | OIB B、RX5 診断フィードバック |
| TP25 | CMD_10 | OIB B、TX5 点弧指令信号 |
| TP26 | DIAG_11 | OIB B、RX6 診断フィードバック |
| TP27 | CMD_11 | OIB B、TX6 点弧指令信号 |
| TP28 | TFB_B | OIB B 温度フィードバック信号 |
| TP29 | GND | TP16～TP28 の接地基準 |
| TP30 | DIAG_12 | OIB C、RX1 診断フィードバック |
| TP31 | CMD_12 | OIB C、TX1 点弧指令信号 |
| TP32 | DIAG_13 | OIB C、RX2 診断フィードバック |
| TP33 | CMD_13 | OIB C、TX2 点弧指令信号 |
| TP34 | DIAG_14 | OIB C、RX3 診断フィードバック |
| TP35 | CMD_14 | OIB C、TX3 点弧指令信号 |
| TP36 | DIAG_15 | OIB C、RX4 診断フィードバック |
| TP37 | CMD_15 | OIB C、TX4 点弧指令信号 |
| TP38 | DIAG_16 | OIB C、RX5 診断フィードバック |
| TP39 | CMD_16 | OIB C、TX5 点弧指令信号 |
| TP40 | DIAG_17 | OIB C、RX6 診断フィードバック |
| TP41 | CMD_17 | OIB C、TX6 点弧指令信号 |
| TP42 | TFB_C | OIB C 温度フィードバック信号 – ロックウェル・オートメーション内部でのテスト専用。ドライブは、この信号を使用するようには設計されていません。 |
| TP43 | GND | TP30～TP42 の接地基準 |

# 5.52 ファームウェアのダウンロード

## 5.52.1 はじめに

PowerFlex 7000 高圧ドライブでは、すべてのドライブ制御機能は、ドライブ・プロセス・モジュール(DPM)上のシリアル接続またはデータポート 14 を介して、ファームウェアで DPM にロードされます。ファームウェアは 1 つの実行可能ファイル(拡張子.EXE)にまとめられています。

ここでは、新規または更新されたファームウェアを、DPM のデータポートを使ってドライブにダウンロードする方法を説明します。この方法でダウンロードしたファームウェアは、すべて不揮発性フラッシュメモリ内に保存されます。

最新のファームウェアと関連するリリースノートは、イントラネットの Medium Voltage サイトにあります。弊社にご連絡いただいて入手することも可能です。

## 5.52.2 概要

システムの電源投入時に、ドライブは基板上のフラッシュメモリにあるアプリケーションコードを実行します。有効なファームウェアを持っていない基板があると、システム全体がダウンロードモードになります。ダウンロードモードでは、システムは DPM 上のシリアルデータポート(J4)経由で、ファームウェアの受信を待ち受けます。

システムはドライブターミナルからもダウンロードモードに入ることができます。そのためには、少なくとも「上級(ADVANCED)」以上のアクセスレベルが必要です。アクセスレベルが適切であれば、最上位メニュー画面から「UTILITY-TRANSFER」を選択すると、ドライブがダウンロードモードに入ります。

## 5.53　ファームウェアのダウンロードの準備

パラメータが NVRAM とオペレータ・インターフェイス・ターミナルに保存されていることを確認してください。さらに、フラッシュカードなどの外部メディアに保存するか、DriveTools を使って保存するか、あるいは印刷してください。

「アクセス」(「F10」)キーを押し、「上級」を強調表示させせます。入力キーを押すか、(パスワードが必要な場合は)パスワードを入力します。「上級」アクセスレベルが必要です。

「終了」(「F10」)を押し、続いて「NVRAM」の「F5」キーを押します。「保存」の「F5」キーを押し、「はい」の「F8」キーを押します。これでパラメータが NVRAM に保存されます。「終了」(「F10」)をもう一度押します。

オペレータ・インターフェイス・ターミナルとフラッシュカードに保存するには、「F2」(UTILITY)、「F7」(TRANSFER)、および「F4」(PARAMETERS)を押します。次の画面が表示されます。

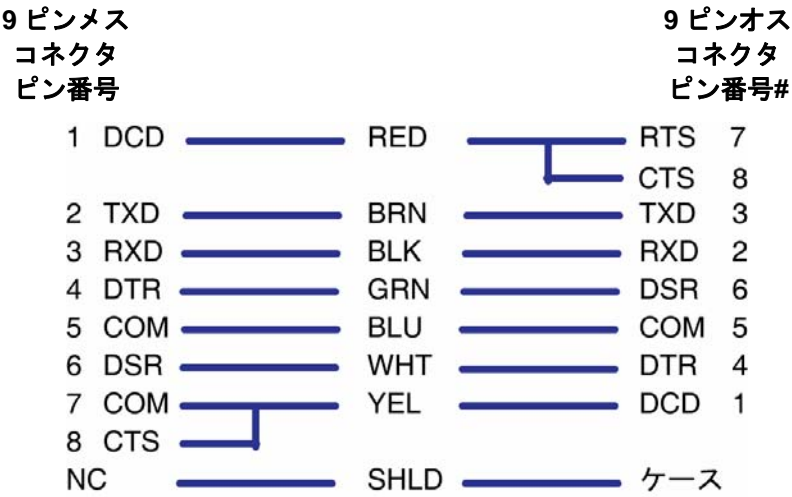
転送:　パラメータ:

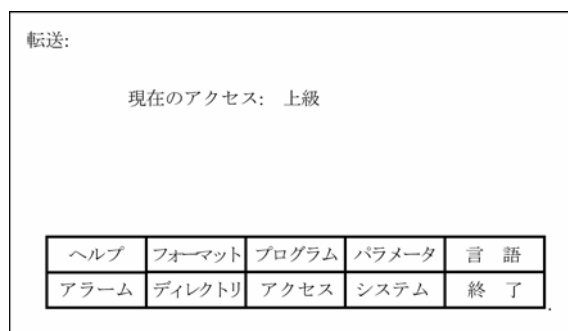
| ヘルプ | CRD>DRV | MEM>DRV | DRV>CRD | DRV>MEM |
|---|---|---|---|---|
| アラーム | ディレクトリ | はい | いいえ | 終　了 |

パラメータをオペレータ・インターフェイス・ターミナルに保存するには、「F5」(DRV>MEM)を押します。フラッシュカードに保存するには、その前にカードをターミナルに挿入する必要があります。背面のカバーを外し、ターミナルのスロットにカードを挿入します。カードを逆向きに挿入することはできません。続いて「F4」(DRV>CRD)を押します。

カードに保存するときには、ファイル名を指定する必要があります。「上向きカーソル」と「下向きカーソル」キーを使って文字を選択し、「右向きカーソル」キーで次の文字に移動します。入力が完了したら「入力」キーを押します。

「はい」の「F8」キーを押すと、パラメータがカードに転送されます。「終了」(「F10」)を押します。

ヌルモデム・ケーブル全体のピン配置を次に示します。

### 5.53.1 ダウンロードモードの PF7000

ドライブをダウンロードモードにするには、「UTILITY – TRANSFER」画面に入る必要があります。運転中のドライブをダウンロードモードにすることはできません。ドライブが停止しており、非常停止が押されていることを確認してください。これは事前の防止策です。ファームウェアの 2.xxx 以降のバージョンでは、ドライブの運転中にダウンロードを試みることはできなくなります。

ここで「F9」キー(「システム」)を押します。ダウンロードモードに入ったことを通知する画面が表示されます。

DPM には、プログラミングのプロセスを示す「D1」LED があります。この LED の状態と意味は次のとおりです。

緑の点灯 – アプリケーションファームウェアを実行中。
システムはダウンロードモードに入っていない。

緑の 0.25Hz 点滅 – 基板がダウンロードモードに入っている。

緑の 0.5Hz 点滅 – 基板がダウンロードモードで、現在新しいファームウェアをダウンロード中。

ドライブがダウンロードモードに入ると、ドライブターミナルに次のメッセージが表示されます。

**SYSTEM IS IN DOWNLOAD MODE**

**Connect your PC to DPM data port**
**And download new firmware.**

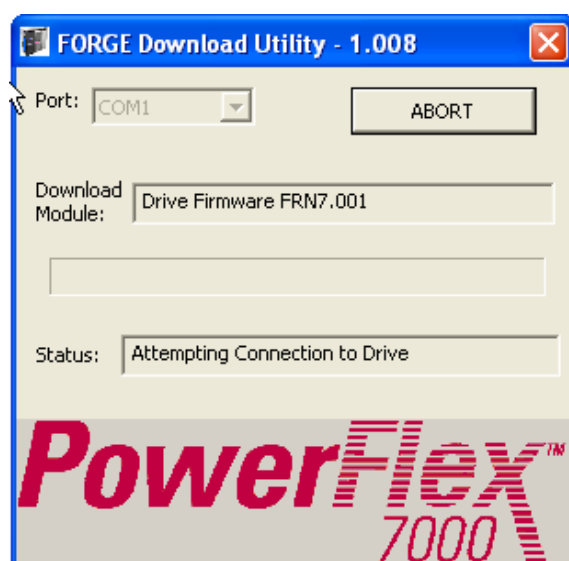
**Press any Key to Continue …**

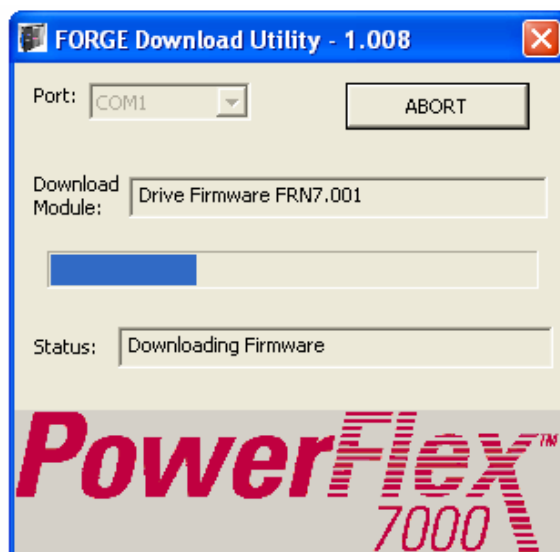
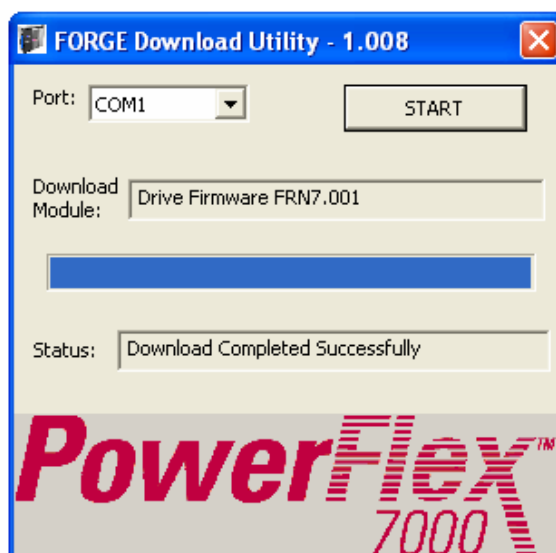
このメッセージが表示された状態でいずれかのキーを押すと、PanelView に次のメッセージが表示されます。

**COMMUNICATION ERROR**

PC を DPM データポート J4 に接続します。PowerFlex 7000 高圧 ForGe ドライブファームウェアの実行可能ファイルを見つけます。

ファイルをダブルクリックするとファームウェアがダウンロードされます。実行可能ファイルにより次の画面が表示されます。

DPM にはブートコードがあらかじめロードされています。ファームウェアのチェックボックスをクリックして選択し、「OK」をクリックします。ファームウェアのダウンロード処理が開始され、ドライブへの接続を試みようとします。次の画面が表示されます。

ダウンロードの進行状況が次のように画面上に表示されます。

FORGE Download Utility - 1.008
Port: COM1
ABORT
Download Module: Drive Firmware FRN7.001
Status: Downloading Firmware
PowerFlex 7000

ダウンロードが完了すると、次のように表示されます。

DPM にブートコードがないか、アップグレードが必要な場合は、最初にブートコードのチェックボックスを選択して「OK」をクリックします。ブートコードのダウンロード完了後に、上記の要領でファームウェアをダウンロードしてください。

新しいファームウェアのダウンロードが完了すると、DPM が自動的にリセットします。

## 5.54　パラメータの再ロード

ファームウェアのメジャーアップグレード後も、オペレータインターフェイスやその他の媒体に保存したパラメータの大部分は、そのまま使用できます。ただし、新しいパラメータの追加や、既存パラメータのスケーリング変更、およびパラメータの機能拡張が行なわれている場合は、適切に対処する必要があります。ファームウェアをアップグレードする前に、必ずリリースノートで変更点を確認してください。

パラメータをオペレータインターフェイスから再ロードする場合も、「上級」のアクセスレベルを取得する必要があります。

続いて、同じ手順に従って「UTILITIES – TRANSFER – PARAMETERS」画面に入ります。「F3」(MEM>DRV)を押します。確認を求めるメッセージが表示されます。「はい」の場合は「F8」を押します。

パラメータが転送されます。リリースのレベルによっては、パラメータ間の違いによっていくつかのエラーが発生し、「Transfer Incomplete」メッセージが表示される場合があります。

「F2」(CRD>DRV)を押すことで、カードからドライブに転送することも可能です。その場合は、カード内のすべてのパラメータリストから選択を求める画面が表示されます。矢印キーで 1 つを選択し、「入力」キーを押します。「はい」を意味する「F8」を押すとパラメータが転送されます。パラメータの転送が完了したら、「終了」を意味する「F10」を押すと最上位メニュー画面に戻ります。

すべてのパラメータをチェックして、ドライブに適した設定になっていることを必ず確認してください。新しいパラメータの設定には、ドライブの用途によっては変更が必要になります。リリースノートを読み、必要な変更をあらかじめ知っておくことが重要です。また、ドライブ名、運転時間、外部故障テキストなどの情報にも、必要に応じて訂正を加えてください。

その後、「F5」(NVRAM)を押してパラメータを NVRAM に保存します。

保存後、制御電力をもう一度リサイクルします。ドライブの電源投入後に障害や警告が発生しなければ、運転の準備が整います。この時点で、必要に応じてパラメータをオペレータ・インターフェイス・ターミナルやフラッシュカードに保存し、さらにソフトウェア経由での保存や印刷を行ないます。これにより、新しい設定が確実に保管されます。

# 5.55　ターミナルのプログラミング

拡張子.FMW を持つ適切なファームウェアファイルを PCMCIA フラッシュ・メモリ・カード(ATA)にコピーするか、DOSFWDL.exe プログラムを使ってシリアルでダウンロードしなければなりません。必要なすべてのファイルは、イントラネットの「Product Support」サイトで入手できます。

## 5.55.1　フラッシュ・メモリ・カード

フラッシュ・メモリ・カード(2711-NM4、2711-NM8、2711- NM16)を使うときは、適切なファイルをルートディレクトリ内の「Flash Card」にコピーします。このときカード上には.FMW という拡張子の付いた他のファイルがないことを確認してください。

ターミナルの電源を切り、メモリカードを挿入します。ターミナルに電源を入れます。ターミナルは電源投入時に新しいファームウェアを検知し、それをカードからダウンロードします。画面上に 2-20-21 というコード列が表示されて、ドライブのアプリケーションファームウェアが起動されます。このプロセスには数分かかります。ダウンロードが完了したら、カードを取り出します(ターミナル内にカードを残したままにしておくと、ターミナルに電源を入れるたびにファームウェアのロードを繰り返します)。

## 5.55.2　DOSFWDL

これは.FMW という拡張子の付いたファイルを、PC のシリアルポートからターミナルのシリアルポートにコピーするプログラムです。ターミナルのケーブルを ACB (J12 ターミナルポート)から取り外し、PC に接続します。ターミナルの電源は必ず切ってください。

「DOSFWDL」プログラムを起動させ、適切な「COM」ポートと、.FMW という拡張子の付いたダウンロードしたいファイルを選択します。「Sending Request」というメッセージが表示されたら、ターミナルの電源を入れます。(注：ターミナルの電源を切ってから DOSFWDL プログラムを起動してください。)

ダウンロード状態が表示されます。ダウンロードが完了したら、シリアルケーブルを PC から抜いて ACB 基板の J12 ターミナルポートに再接続します。

## 5.56　PowerFlex 7000 のトレンド機能のセットアップ

トレンドの設定方法を、具体例で説明します。

トレンド診断用のリードオンリー(読込み専用)パラメータは次のとおりです。

1 – Drv Status Flag1 (569)
2 – Inv Control Flag1 (265)
3 – Rec Control Flag1 (264)
4 – Rec Control Flag2 (160)
5 – Speed Reference (278)
6 – Speed Feedback (289)
7 – Torque Reference (291)
8 – Flux Feedback (306)
9 – StatFrqVoltModel (485)
10 – Motor Voltage pu (554)
11 – Motor Current pu (555)
12 – Line Voltage pu (135)
13 – Idc Reference (321)
14 – I Commonmode (697)
15 – Alpha Rectifier (327)
16 – Line Current pu (122)

サンプルレートは 0 msec に設定します。これはデフォルトで、最速サンプルレートを指定します。トリガ後に記録する後サンプルは 20%とします。何らかの故障が生じたときに、シングルトリガをかけることとします。

1. 「診断」ソフトキー(DIAGS「F9」)を押します。
2. 「診断設定」ソフトキー(D_SETUP「F8」)キーを押し、診断設定のプログラミングを開始します。
3. カーソルを使って「Trace 1」を強調表示させ、「入力」キーを押してプログラミングを開始します。パラメータリストをスクロールして「Diagnostics – DrvStatus Flag1 (569)」を見つけます。これを「Trace 1」として割り付けます。
4. 「Trace 2」から「Trace 16」までを上記の手順で割り付けます。「Trace 4」を終えたとき、「下向きカーソル」キーを押すだけで、「Trace 5」～「Trace 8」、「Trace 9」～「Trace 12」、「Trace 13」～「Trace 16」の画面に次々と切り替えることができます。
5. トリガパラメータの前に「S」という文字が現れるまで「トリガ」ソフトキー(「TRIGGER」)を押し続けます。
6. 「レート」ソフトキー(「RATE」)を押してトレンドのサンプリングレートをプログラムします。この例では「0 msec」と設定します。
7. 「データ」ソフトキー(「DATA」)を押して故障発生時のトリガレベルを設定します。これは 8 に設定します。トリガを警告または故障に設定する必要がある場合は、18 に設定してください。
8. 「条件」ソフトキー(「COND」)を押してトリガレベルのロジックをプログラムします。この例では「OR」条件の「+」と設定します。
9. 「後サンプル」ソフトキー(「POST」)を押して、トリガをかけた後に記録するサンプル数(バッファ容量に対する割合)を設定します。この例では「20%」に設定します。残りの 80%分のサンプルはトリガをかける前に記録されます。

これらの設定をプログラムしたら、ドライブのトレンドを参照することができます。トレンドデータは次に故障が起きたときに収集されます。

## 5.57 環境への配慮

### 5.57.1 危険物質

ロックウェル・オートメーションでは環境保護を最優先事項の 1 つとしています。この高圧ドライブを製造しているロックウェル・オートメーションの工場では、ISO 14001 の認定を受けた環境マネジメントシステムを運用しています。同マネジメントシステムの一環として、本製品には可能な限り環境に悪影響を与えない資材を使用するよう、開発プロセス全体を通じて細かいチェック作業を実施しました。最終的なチェックの結果、この製品には明らかに危険物質が含まれていないことが確認されています。

有害な可能性のある物質について、現在の業界で実用的な代替物質が存在しない場合でも、ロックウェル・オートメーションは代替物質を見つけるよう努力しておりますのでどうぞご安心ください。お客様の安全と環境保護のために、以下にいくつかの注意事項を示します。ドライブに使用されている物資の環境面に関する質問や、環境への影響に関する一般的な疑問点をお持ちの場合は、弊社にご照会ください。

- **コンデンサの誘電流体**

  フィルタコンデンサとスナバコンデンサに使用されている液体はおおむね、非常に安全と見なされており、コンデンサのハウジング内に完全密閉されています。通常、この液体の輸送や取扱いは環境規制の対象になりません。キャパシタの誘電流体が万一、漏れ出した場合は、口や眼に入ったり、肌にかかることがないように注意してください。軽度の炎症の原因になる恐れがあります。取り扱いの際には、ゴム製の手袋を使用することを推奨します。

  清掃するには、吸収性のある布や紙で拭き取り、それを緊急用容器に廃棄します。液漏れが多い場合は、直接容器に液を排出してください。排水路や外部の環境に廃棄したり、一般的な廃棄物として処理したりせず、自治体で決められた処理方法に従って処分してください。コンデンサ全体を廃棄する場合も同様です。

- **プリント回路基板**

  プリント回路基板の材料やコンポーネントは、鉛を含んでいる場合があります。回路基板は自治体の処理方法に従って処分し、一般的な廃棄物としては絶対に処理しないでください。

- **リチウムバッテリ**

  このドライブには 4 つの小さなリチウムバッテリが使われており、そのうち 3 つがプリント回路基板上、もう 1 つは PanelView ユーザインターフェイス内にあります。それぞれのバッテリには 0.05g 未満のリチウムが含まれ、バッテリ内に完全密封されています。通常、これらのバッテリの輸送や取扱いは環境規制の対象になりませんが、リチウムは一般に危険物質と見なされています。リチウムバッテリは自治体の処理方法に従って処分し、一般的な廃棄物としては絶対に処理しないでください。

- **クロメートめっき**

  一部のスチールシートと固定材は亜鉛でめっきされ、クロメート皮膜で金色の光沢を持つように仕上げられています。通常、クロメートめっきされた部品の輸送や取扱いは環境規制の対象になりませんが、クロメートは一般に危険物質と見なされています。クロメートめっきした部品は自治体の処理方法に従って処分し、一般的な廃棄物としては絶対に処理しないでください。

- **火災時の対処**

  このドライブはアーク障害に対して高い耐性を持つように設計されているため、ドライブ自体が火災原因になる可能性は極めて限定されています。さらに、ドライブ内部の材料も、外部からの継続的な炎に晒されない限り、燃焼することはありません。ただし、ドライブが外部からの炎に長時間にわたって晒される状態が続くと、ドライブ内の一部のポリマー材から有毒ガスが発生します。他の火災の場合と同じように、消火活動に携わる各個人、および火災発生場所の近くにいるすべての個人は密閉型の呼吸装置を装着し、有毒ガスの吸入を防いでください。

### 5.57.2 廃棄

ドライブの廃棄にあたっては本体を分解し、スチール、銅、プラスティック、ワイヤ線など、リサイクル可能な材料ごとに分別してください。これらの材料は、最寄りのリサイクル施設に送ります。さらに、前述した各物質については、廃棄の注意事項に必ず従ってください。

## 5.58　予防保全チェックリスト

PF7000 空冷型ドライブ(「A」フレームまたは「B」フレーム)に対する予防保全活動には、次の 2 通りがあります。

- **運用保全** – ドライブの運転中に完了できる活動
- **年次保全** – スケジュールで設定したダウンタイム中に完了させる活動

予防保全活動を正しく完了させるために必要なドキュメントおよびその他の資材の詳細は、この章の最後の「工具/パーツ/ドキュメントの要件」を参照してください。

## 5.59　運用保全

この活動で実施するのは、空気フィルタの変更または清掃だけです。PF7000 ドライブは、電力装置を冷却するために、遮蔽物のない安定した通気を必要とします。通気の主な阻害原因になるのが空気フィルタです。

このドライブは、装置間の差圧がドライブで指定されたレベルまで低下するとフィルタアラームを生成します。Air Filter Block パラメータで示される遮蔽量は、ヒートシンクと装置の構成により 7～17%の範囲内です。これは値としては小さく思えるかもしれませんが、圧力センサで検知される圧力を十分に低下させることができる値です。なお、この値は電圧低下の指標であり、通気口の遮蔽率ではないことに注意してください。両者間には線形関係はありません。

- 空気フィルタ警告が生成された場合は、ただちにフィルタを交換または清浄する計画を立ててください。ドライブが空気フィルタ故障の状態になるまで数日、または数週間の猶予はありますが、この期間は運転環境の条件に左右されます。

この保全活動は、ドライブの運転中に実施できます。手順の詳細は、第 5 章「コンポーネントの定義と保守」を参照してください。

## 5.60 年次保全

この保全活動は、名前が示すように年 1 回のペースで実施する必要があります。これは推奨される活動であり、設置場所の条件や運転状態によっては、より長い間隔で実施することもできます。たとえば、接続の締付け部分を毎年締め直す必要は、通常ありません。高圧ドライブは重要な用途で使用される傾向があるため、予防が判断基準となります。年に 1 回、およそ 8 時間をこれらの作業に充てるだけで、予期せぬダウンタイムを防止できるようになります。

### 5.60.1 最初の情報収集

最初に次の作業を行ない、重要な情報を保存または記録しておく必要があります。

- ドライブ設定の印刷
- 故障/警告待ち行列の印刷
- NVRAM へのパラメータの保存
- オペレータインターフェイスへのパラメータの保存
- 回路基板の部品番号/シリアル番号/改訂記号*
  (*この記録が必要になるのは、前回の予防保全活動後にパーツに変更が加えられた場合だけです。)

**感電事故を防止するため、ドライブで作業する前に、主電源が断路されていることを必ず確認してください。適切な圧力検電器を使って、すべての回路に残留電圧がないことを確認します。これを怠ると、傷害事故や死亡事故につながる恐れがあります。**

### 5.60.2 物理チェック(高圧および制御電力を適用しない)

➢ 動力配線の検査

- PF7000 ドライブ、入力/出力/バイパス接触器、および関連するすべてのドライブコンポーネントを検査し、動力接続や接地ケーブル接続に緩みがあれば、規定された締付けトルクで締め付けます。

- 母線を検査して加熱や変色の兆候がないかどうかをチェックし、母線接続を規定された締付けトルクで締め付けます。

- ケーブルと母線に埃がたまっている場合は、すべて清掃してください。

- すべての接続にトルクシーラを使用してください。

➢ 信号接地と安全接地の整合性チェックを実施する。

- 低圧制御部内のコンポーネントに物理的な破損や劣化がないことを目視チェックする。

  - リレー、タイマー、熱コネクタ、回路ブレーカ、リボンケーブル、制御配線などのコンポーネントが対象です。原因として考えられるのは、腐食、過熱、または汚染です。
  - 汚染されたすべてのコンポーネントを真空掃除機(ブロワは使用しない)で清掃し、必要に応じて拭き取ります。

- 高圧コンパートメント内のコンポーネント(インバータ/コンバータ、ケーブル、DC リアクトル、接触器、負荷ブレーキ、高調波フィルタなど)に物理的な破損や劣化がないことを目視チェックする。

  - 主冷却ファン、動力素子、ヒートシンク、回路基板、インシュレータ、ケーブル、キャパシタ、抵抗器、変流器、変圧器、ヒューズ、配線などをチェックします。原因として考えられるのは、腐食、過熱、または汚染です。
  - ヒートシンクボルト(弾丸型組立体への電気接続)の締付けトルクが、仕様の範囲内(13.5 N-m)であることを確認します。
  - 汚染されたすべてのコンポーネントを真空掃除機(ブロワは使用しない)で清掃し、必要に応じて拭き取ります。
  - 注：汚染をチェックすべき重要コンポーネントの 1 つがヒートシンクです。アルミニウム製のヒートシンク内のきめ細かい溝には、埃やゴミが侵入することがあります。

- 接触器/アイソレータのインターロック、およびドアのインターロックを物理的に検査し、正しく機能することを確認する。

  - キーインターロックを物理的に検査し、正しく機能することを確認する。
  - AC リアクトル盤および高調波フィルタ盤に追加された冷却ファンを物理的に検査し、取付けと接続を検証する。
  - ファンを清掃し、通気路が塞がれていないこと、およびインペラが抵抗なく回転していることを確認する。
  - ドライブ、電動機、絶縁変圧器/AC リアクトル、および関連するケーブルの抵抗値をメガーでチェックする。
  - メガーによるチェックの手順は、付録 D「絶縁抵抗試験（メガーテスト）」を参照してください。
  - クランプヘッドのインジケータワッシャで締付け圧力をチェックし、必要に応じて調整する。
  - 適切な締付け圧力の詳細は、第 5 章「コンポーネントの定義と保守」を参照してください。

### 5.60.3 制御電力のチェック(高圧は適用しない)

- PF7000 ドライブに 3 相制御電力を投入し、システム内のすべての真空接触器(入力、出力、バイパス)にテスト電力を適用して、すべての接触器が閉じてシールインできることを確認する。
  - すべての接触器の保守の詳細は、マニュアル **1502-UM050_-EN-P** を参照してください。
- すべての単相冷却ファンが正常に機能することを確認する。
  - これには、AC/DC 電源と DC/DC コンバータに内蔵されている冷却ファンが含まれます。
- CPT (装着されている場合)、AC/DC 電源、DC/DC コンバータ、絶縁ゲート電源基板の電圧レベルが適切であることを確認する。
  - これらのチェックの手順と適切な電圧レベルは、第 4 章「試運転調整」を参照してください。
- ゲートテスト操作モードを使用して、ゲートのパルスパターンが適切であることを確認する。
- システムの停止中に何らかの変更を加えた場合は、ドライブをシステムテスト操作モードにして、すべての機能変更を検証する。

### 5.60.4 再起動前の最終的な動力チェック

- すべての盤内に工具が残されておらず、すべてのコンポーネントの接続が所定の位置に戻っており、運転状態にあることを確認する。
- すべての機器を通常の運転モードにして、高圧を適用する。
- 取り外されている入力ケーブルまたは出力ケーブルがある場合は、入力相回転をチェックし、寸動による電動機の回転方向テストを行なう。
- 電動機、入力変圧器、または関連するケーブルに変更があった場合は、オートチューニングを使用して、新しい構成に合うようにドライブを再調整する。
- パラメータへの変更がある場合は、すべてのパラメータを NVRAM に保存する。
- 全負荷最高速度で(またはお客様の望ましい速度と負荷で)運転する。
- 運転中に、可能な最も高いアクセスレベルでドライブ変数の値を捕捉する。

### 5.60.5 予防保全で実施するその他の活動

- ドライブの性能に関するお客様の懸念を調査する。
    - 上記の手順で見つかった問題と、お客様の懸念を関連付けます。
- 工場の保守担当者に、ドライブの運転と保守に関する指示を与える。
    - 高圧機器の安全な運用手続きとインターロック、および具体的な運転上の注意事項を意識させます。
    - 運転環境を適切に見分ける必要性を認識させます。
- 実稼働環境のダウンタイムを減らすために、工場内に確保すべき重要な備品を提案する。
    - 現場にあるすべての備品の情報を集め、工場推奨の重要備品リストと比較することによって、備品の分量が十分かどうかを評価します。
    - 詳細は MV Spare Parts グループに問い合わせます。
- 真空チェッカまたは AC Hipot を使用して、真空ボトル整合性テストを実施する。
    - すべての 400A 接触器の保守の詳細は、マニュアル **1502-UM050_EN-P** (D シリーズ)および **1502-UM052_-EN-P** (E シリーズ)を参照してください。

### 5.60.6 最終レポート

- 予防保全活動で実施した個々の手続きを、すべて詳しくレポートに記録し、変更を識別できるようにする。
    - このチェックリストの終了後のコピーを含めます。
    - 予防保全の過程で実施したすべての調整と測定の詳しい説明を、補足の形で含めます(インターロック調整、接続の緩み、電圧の読取り値、メガー測定の結果、パラメータなど)。
- この情報は、将来の顧客サポート活動で最新情報を利用できるように、MV Product Support に通知すること。
    - (519) 740-4756 宛てに FAX で送信できます。

### 5.60.7 所要時間の見積り

- 運転保全　フィルタあたり 0.5 時間
- 年次保全
  - 最初の情報収集　0.5 時間
  - 物理チェック
    - トルクチェック　2.0 時間
    - 検査　2.0 時間
    - 清掃 **　2.5 時間 **
    - メガー　1.5 時間
  - 制御電源チェック
    - 接触器調整 **　2.0 時間 **
    - 電圧レベルチェック　1.0 時間
    - 点呼テスト　0.5 時間
    - システムテスト **　2.0 時間 **
  - 高圧チェック
    - 最終検査　0.5 時間
    - 相回転チェック **　1.5 時間 **
    - オートチューニング **　2.0 時間 **
    - 最大負荷運転　お客様が決定
  - その他の活動
    - 調査 **　問題の内容による **
    - 研修/再講習 **　2.0 時間 **
    - 備品分析 **　1.0 時間 **
    - 真空ボトル整合性チェック **　3.0 時間 **
  - 最終レポート　3.0 時間

**注：** ** は、保守の性質とドライブシステムの状態によっては、不要になる場合がある活動と時間を示しています。これらの時間は推定値に過ぎません。

### 5.60.8 工具/パーツ/ドキュメントの要件

PF7000 ドライブを適切に保守するために推奨される工具その他のリストを次に示します。ドライブの予防保全の手順によっては、一部の工具を使用しない場合もありますが、上記のすべての作業を行なうには以下の工具が必要になります。

**工具**

- 最小 2 チャンネルとメモリを備えた 100 MHz オシロスコープ
- 5kV DC メガー
- ディジタルマルチメータ
- トルクレンチ
- 適切なソフトウェアとコネクタを備えたラップトップ PC
- 各種の作業工具(ドライバー、片口メトリックスパナ、メトリックソケットなど)
- 5/16 アレンキー
- スピードレンチ
- すきまゲージ
- 真空ボトルチェッカまたは AC Hipot
- 最小 7.5 kV のホットスティック/電位表示計
- 最小 10 kV の安全手袋
- 帯電防止ホース付きの真空掃除機
- 帯電防止加工されたクリーニングクロス
- #30 トルクスドライバー

**ドキュメント**

- PF7000 ユーザマニュアル(Publication 7000-UM151_-EN-P)
- PF7000 技術資料(パラメータ、トラブルシューティング)
  – (Publication 7000-TD002_-EN-P)
- PF7000 高圧ドライブの全般的な取扱い手順
  – (Publication 7000-IN002_EN-P)
- MV 400A 真空接触器(D シリーズ)ユーザマニュアル
  – (Publication 1502-UM050_-EN-P)
- MV 400A 真空接触器(E シリーズ)ユーザマニュアル
  – (Publication 1502-UM052_-EN-P)
- ドライブに付属の外形図と展開接続図
- ドライブに付属の予備品リスト

**パーツ**

- トルクシーラ(黄色、部品番号 RU6048)
- グリース(ALCOA EJC No. 2 または同等の製品) (電力素子用)
- エーロシェル No. 7 (部品番号 40025-198-01、真空接触器用)

# PowerFlex 7000 高圧ドライブの<br>カタログ番号

**7000 - A105 D EHD - R18TX - 1 – 1DD – 3LL – 760A**

| 第 1 位置 | 第 2 位置 | 第 3 位置 | 第 4 位置 | 第 5 位置 | 第 6 位置 |
|---|---|---|---|---|---|
| 型番<br><br>(表 A-1参照) | サービス定格/連続電流定格/標高定格コード<br><br>(表 A-2参照) | 盤の保護構造<br><br>**D** = NEMA タイプ 1 ガスケットと換気付 (IEC IP42 相当) | 定格電源電圧<br>制御電圧<br>システム周波数<br><br>(表 A-3参照) | コンバータ タイプコード<br><br>**R6TX**<br>**R18TX**<br>**RPTX**<br>**RPDTD**<br><br>❶ | オプション |

❶ **R6TX** – 外部変圧器に接続する 6 相コンバータ
**R18TX** – 外部変圧器に接続する 18 相コンバータ
**RPTX** – 外部変圧器に接続する AFE コンバータ
**RPDTD** – ダイレクト・ツー・ドライブ(Direct-to-Drive)技術

表 A-1　カタログ番号の説明

| カタログ番号 | 説明 |
|---|---|
| 7000A | 「A」フレーム PowerFlex 7000、可変周波数 AC ドライブ、空冷型 |
| 7000 | 「B」フレーム PowerFlex 7000、可変周波数 AC ドライブ、空冷型 |
| 7000L | 「C」フレーム PowerFlex 7000、可変周波数 AC ドライブ、水冷型 |

表 A-2　サービス定格、連続電流定格、および標高定格の一覧

<table>
<tr><th rowspan="2">サービス定格と標高定格コード</th><th colspan="2">連続電流値</th></tr>
<tr><th>コード</th><th>定格電流</th></tr>
<tr><td rowspan="19">A = ノーマル定格、<br>標高 0～1000 m (周辺温度 40°C)<br><br>B = ノーマル定格、<br>標高 1001～5000 m<br>(標高 2000 m、周辺温度 37.5°C)<br>(標高 3000 m、周辺温度 35.0°C)<br>(標高 4000 m、周辺温度 32.5°C)<br>(標高 5000 m、周辺温度 30.0°C)<br><br>C = ヘビー定格<br>標高 0～1000 m<br><br>D = ヘビー定格、<br>標高 1001～5000 m<br>(標高 2000 m、周辺温度 37.5°C)<br>(標高 3000 m、周辺温度 35.0°C)<br>(標高 4000 m、周辺温度 32.5°C)<br>(標高 5000 m、周辺温度 30.0°C)<br><br>Z = 特殊定格(工場照会)</td><td>40</td><td>40 A</td></tr>
<tr><td>46</td><td>46 A</td></tr>
<tr><td>53</td><td>53 A</td></tr>
<tr><td>61</td><td>61 A</td></tr>
<tr><td>70</td><td>70 A</td></tr>
<tr><td>81</td><td>81 A</td></tr>
<tr><td>93</td><td>93 A</td></tr>
<tr><td>105</td><td>105 A</td></tr>
<tr><td>120</td><td>120 A</td></tr>
<tr><td>140</td><td>140 A</td></tr>
<tr><td>160</td><td>160 A</td></tr>
<tr><td>185</td><td>185 A</td></tr>
<tr><td>215</td><td>215 A</td></tr>
<tr><td>250</td><td>250 A</td></tr>
<tr><td>285</td><td>285 A</td></tr>
<tr><td>325</td><td>325 A</td></tr>
<tr><td>375</td><td>375 A</td></tr>
<tr><td>430</td><td>430 A</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
</table>

表 A-3　定格電源電圧、制御電圧、システム周波数

<table>
<tr><th colspan="2">電圧</th><th rowspan="2">周波数<br>(Hz)</th><th rowspan="2">変更記号<br>(外部の制御電源)</th></tr>
<tr><th>電源定格</th><th>制御電源<br>(3 相)</th></tr>
<tr><td rowspan="3">2400</td><td>208</td><td rowspan="3">60</td><td>AHD</td></tr>
<tr><td>480</td><td>ABD</td></tr>
<tr><td>600</td><td>ACD</td></tr>
<tr><td rowspan="3">3300</td><td>230</td><td rowspan="3">50</td><td>CPD</td></tr>
<tr><td>380</td><td>CND</td></tr>
<tr><td>400</td><td>CKD</td></tr>
<tr><td rowspan="5">4160</td><td>230</td><td rowspan="2">50</td><td>EPD</td></tr>
<tr><td>380</td><td>END</td></tr>
<tr><td>208</td><td rowspan="3">60</td><td>EHD</td></tr>
<tr><td>480</td><td>EBD</td></tr>
<tr><td>600</td><td>ECD</td></tr>
<tr><td rowspan="3">6600</td><td>230</td><td rowspan="3">50</td><td>JPD</td></tr>
<tr><td>380</td><td>JND</td></tr>
<tr><td>400</td><td>JKD</td></tr>
</table>

# A.1 PowerFlex 7000 ドライブの選択法

PowerFlex 7000 高圧 AC ドライブの選定表は、2 種類のドライブサービス定格に分かれています。

- **ノーマル定格(10 分ごとに 1 分間の割合で 110%の過負荷発生)** – 可変トルク(VT－自乗逓減トルク)負荷だけに適用されます(自乗逓減トルクは、負荷トルクが速度の自乗に比例する)。

  この定格のドライブは 100%負荷で連続運転中に、10 分ごとに 1 分間の割合で 110%の過負荷がかかることを許容します。

- **ヘビー定格(10 分ごとに 1 分間の割合で 150%の過負荷発生)** – 定トルク(CT)負荷または可変トルク(VT)負荷に適用されます。

  この定格のドライブは 100%負荷で連続運転中に、10 分ごとに 1 分間の割合で 150%の過負荷がかかることを許容します。

## A.1.1 サービス定格、連続電流定格、および標高定格

表 A-2に示すように、ドライブのカタログ番号で、サービス定格と標高定格を定めるコードは 5 つあります。

**例**

カタログ番号 7000 – **A105**DEHD-R18TXは、連続電流定格が 105 Aで、標高1000m以下において「ノーマル定格」です。

カタログ番号 7000 – **B105**DEHD-R18TXは、連続電流定格が 105 Aで、標高5000m以下において「ノーマル定格」です。標高が高くなると、許容周囲温度が下がることに注意してください。標高 1001～5000 mで周囲温度 40℃が必要な場合、コードは「**Z**」になります。

カタログ番号 7000 – **C105**DEHD-R18TXは、連続電流定格が 105 Aで、標高1000m以下において「ヘビー定格」です。

**注**：必要な過負荷が 150%を超える場合の空冷ドライブの選定では、工場に問い合わせて助言を受けてください。表 A-4に示す主な負荷のトルク特性を参考にして、用途に適したドライブの過負荷定格を決定します。

## A.2 PowerFlex 7000 ドライブの選択法

PG は次のような条件のときに必要となります。

1. 定格速度の 0.01～0.02%の速度制限精度が必要な場合
2. 必要な始動トルクが連続定格トルクの 90%を超える場合
3. 連続運転する速度が 0.1 Hz 以上で、6 Hz 未満の場合
4. 順方向または逆方向のフライングスタートで再始動時間を最小化する場合

**Power Flex の速度制限**

| 高始動 | 周波数出力 | | |
|---|---|---|---|
| | 6 Hz 未満 | 6～15 Hz | 15 Hz 超 |
| **PG** なし | — | 0.1 % | 0.1 % |
| **PG** 付き | 0.02 % | 0.01% | 0.01% |

**注**：

- 速度制限の値は、電動機の同期速度に対する割合(%)です。
- PG は交流機に取り付けます。
- オプションで、PG 給電用の DC 15 V 電源が、PG フィードバックカードとともに標準オプションとしてドライブ内に取り付けられます。
- PG の準備と取り付けはお客様の責任でお願いいたします。
- スリーブベアリングを使用している電動機には、軸方向の動きに対するアキシャルプレイを有する PG が必要です。
- PG は、シャフトに取り付けるタイプを推奨します。
- 過酷な運転環境の場合には、適応性に優れた磁気抵抗型 PG を推奨します。
- PG 本体と電子回路は、取り付け時に対地絶縁する必要があります(このためのオプションが、PG の製造元から提供されています)。
- 通常、PG のケーブル長には制限があります。最大ケーブル長が用途に適していることを確認してください。

**PG の選択**

| PG のパルス定格(PPR)選定表 | |
|---|---|
| 電動機回転数(rpm) | PG の PPR |
| 3600 | 600 |
| 3000 | 600 |
| 1800 | 1024 |
| 1500 | 1024 |
| 1200 | 2048 |
| 1000 | 2048 |
| 900 | 2048 |
| 720 | 2048 |
| 600 | 2048 |

## A.3 PowerFlex 7000 ドライブの性能(トルク特性)

PowerFlex 7000 ドライブには、ダイナモメータを使って拘束試験、加速試験、低速高トルク負荷試験を実施し、特性を確認しています。表 A-4は、PowerFlex 7000 ドライブのトルク特性を、電動機定格トルクに対する割合として示しています。なお、ドライブの瞬時過負荷条件は、これらの値には反映されていません。

表 A-4　PowerFlex 7000 ドライブのトルク特性

| パラメータ | PG のない PowerFlex 7000 ドライブのトルク特性 (電動機定格トルクに対する%) | PG 付き PowerFlex 7000 ドライブのトルク特性 (電動機定格トルクに対する%) |
|---|---|---|
| 始動トルク | 90% | 150% |
| 加速トルク | 90% ( 0～8 Hz) | 140% ( 0～8 Hz) |
| | 125% ( 9～75 Hz) | 140% ( 9～75 Hz) |
| 定常トルク | 125% ( 9～75 Hz) ** | 100% ( 1～2 Hz) |
| | | 140% ( 3～60 Hz) ** |
| 最大トルクリミット | 150% | 150% |

** 100%超の連続定格トルクを出すためには、一枠大きいサイズのドライブが必要になります。

## A.4 用語の説明

**始動トルク**　静止状態から負荷を始動させるときに必要となるトルク。

**加速トルク**　負荷を設定速度まで所定の時間内で加速するために必要となるトルク。既知のイナーシャ($WK^2$)を加速するために必要な平均加速トルクは、次の式で求められます。

**T = (WK²×RPMの変化量) / 308t**

$$T = (WK^2 \times \text{RPMの変化量}) / 308t$$

ここで、
- **T** = 加速トルク(kg-m)
- **WK²** = 電動機が加速するシステムの総イナーシャ(kg-m²)。電動機、減速機、カップリング、および負荷のイナーシャの総和
- **t** = 全システム負荷の加速に要する時間(sec)

**定常トルク**　連続運転で安定して負荷を制御するために必要なトルク。

**トルクリミット**　電動機の最大トルクを制限する電子的手段の 1 つ。

ドライブのソフトウェアは通常、トルクリミットを電動機定格トルクの 150%に設定します。

表 A-5　主な負荷のトルク特性

| 用途 | 負荷トルクのタイプ | 電動機定格トルクに対する負荷トルクのパーセンテージ | | | ドライブのサービス定格 | 高始動トルク対応 PG の要否 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 始動トルク | 加速トルク | 最大トルク | | |
| アジテータ | | | | | | |
| 液体 | CT | 100 | 100 | 100 | ヘビー定格 | はい |
| スラリ | CT | 150 | 100 | 100 | ヘビー定格 | はい |
| ブロワ(渦巻形) | | | | | | |
| ダンパ閉 | VT | 30 | 50 | 40 | ノーマル定格 | いいえ |
| ダンパ開 | VT | 40 | 110 | 100 | ノーマル定格 | いいえ |
| (木材)チッパ無負荷始動 | CT | 50 | 40 | 200 | 工場照会 | いいえ |
| コンプレッサ | | | | | | |
| 軸流形、有負荷始動 | VT | 40 | 100 | 100 | ノーマル定格 | いいえ |
| 往復動形、無負荷始動 | CT | 100 | 100 | 100 | 工場照会 | はい |
| コンベヤ | | | | | | |
| ベルト形、有負荷始動 | CT | 150 | 130 | 100 | ヘビー定格 | はい |
| ドラグチェーン形 | CT | 175 | 150 | 100 | 工場照会 | はい |
| スクリュー形、有負荷始動 | CT | 200 | 100 | 100 | 工場照会 | はい |
| 押出機(ゴム、プラスティック) | CT | 150 | 150 | 100 | 工場照会 | はい |
| ファン(渦巻形、常温) | | | | | | |
| ダンパ閉 | VT | 25 | 60 | 50 | ノーマル定格 | いいえ |
| ダンパ開 | VT | 25 | 110 | 100 | ノーマル定格 | いいえ |
| ファン(渦巻形、高温ガス) | | | | | | |
| ダンパ閉 | VT | 25 | 60 | 100 | ノーマル定格 | いいえ |
| ダンパ開 | VT | 25 | 200 | 175 | 工場照会 | いいえ |
| ファン(プロペラ形、軸流形) | VT | 40 | 110 | 100 | ノーマル定格 | いいえ |
| ロータリキルン、有負荷始動 | CT | 250 | 125 | 125 | 工場照会 | はい |
| ミキサ | | | | | | |
| 化学物質 | CT | 175 | 75 | 100 | 工場照会 | はい |
| 液体 | CT | 100 | 100 | 100 | ヘビー定格 | はい |
| スラリ | CT | 150 | 125 | 100 | ヘビー定格 | はい |
| 固体 | CT | 175 | 125 | 175 | 工場照会 | はい |
| パルパ | VT | 40 | 100 | 150 | 工場照会 | いいえ |
| ポンプ | | | | | | |
| 渦巻形、吐出弁開 | VT | 40 | 100 | 100 | ノーマル定格 | いいえ |
| 油田フライホイル | CT | 150 | 200 | 200 | 工場照会 | はい |
| プロペラ | VT | 40 | 100 | 100 | ノーマル定格 | いいえ |
| ファンポンプ | VT | 40 | 100 | 100 | ノーマル定格 | いいえ |
| 往復動形/容積式 | CT | 175 | 30 | 175 | 工場照会 | はい |
| スクリュー形、無負荷始動 | VT | 75 | 30 | 100 | ノーマル定格 | いいえ |
| スクリュー形、プライマ付き、吐出側開 | CT | 150 | 100 | 100 | ヘビー定格 | はい |
| スラリ形、吐出側開 | CT | 150 | 100 | 100 | ヘビー定格 | はい |
| タービン、渦巻、井戸用 | VT | 50 | 100 | 100 | ノーマル定格 | いいえ |
| ベーン形、容積式 | CT | 150 | 150 | 175 | 工場照会 | はい |
| セパレータ、空気(ファン形) | VT | 40 | 100 | 100 | ノーマル定格 | いいえ |

# 鍛造ネジの締付けトルク

特記しない限り、装置のネジ類には次の締付けトルクを適用します。

| 径 | ピッチ | 材質 | トルク(N-m) | トルク(lb.-ft.) |
|---|---|---|---|---|
| M2.5 | 0.45 | Steel | 0.43 | 0.32 |
| M4 | 0.70 | Steel | 1.8 | 1.3 |
| M5 | 0.80 | Steel | 3.4 | 2.5 |
| M6 | 1.00 | Steel | 6.0 | 4.4 |
| M8 | 1.25 | Steel | 14 | 11 |
| M10 | 1.50 | Steel | 29 | 21 |
| M12 | 1.75 | Steel | 50 | 37 |
| M14 | 2.00 | Steel | 81 | 60 |
| | | | | |
| 1/4″ | 20 | Steel S.A.E. 5 | 12 | 9.0 |
| 3/8″ | 16 | Steel S.A.E. 2 | 27 | 20 |

# 絶縁抵抗試験（メガーテスト）

## C.1　ドライブの絶縁抵抗試験

地絡事故が発生する原因は主に、すなわちドライブへの入力、ドライブ内、モニタへの出力の3つの領域のいずれかにあります。地絡の発生は、相導体と大地アースの間に導通が存在することを意味します。接地経路上の抵抗の大きさにより、漏洩から故障レベルまでの電流が存在しています。ロックウェル・オートメーションは、ドライブシステム分野で培った経験に基づき、この事故の主原因がドライブへの入力またはドライブからの出力に存在すると判断しています。ドライブ自体は、適切に設置されている限り、地絡事故の原因になることはまずありません。もちろん、ドライブに関連した地絡事故がいっさい起こらないというわけではありませんが、ドライブの外部に原因がある可能性の方がはるかに高いのです。メガー(絶縁抵抗計)による絶縁測定の手順も、ドライブ本体より、ドライブ外部の測定の方が簡単です。

地絡が発生した場合は、上記の要因を考慮し、最初に入力領域と出力領域の絶縁抵抗試験を行なうことが推奨されます。地絡の原因がドライブ外に見つからない場合は、ドライブの絶縁抵抗試験が必要になります。絶縁抵抗試験を実施する際には、安全に関する注意事項を守らないと、ドライブの機能が損なわれる恐れがあるので十分に注意してください。絶縁抵抗試験では高圧をアースに落とします。ドライブ内のすべての制御基板は接地されているため、絶縁不良があると高電位がかかり、制御基板が直ちに破損してしまいます。

## C.2　PowerFlex 7000A の PowerFlex 7000

**絶縁抵抗試験は、十分に注意して実施してください。高圧テストには危険性が伴い、重度の火傷や傷害、あるいは死亡事故の原因になる恐れがあります。テスト用測定器は、必要に応じて接地してください。**

電動装置に電圧をかける前に、絶縁レベルをチェックすることを推奨します。絶縁抵抗試験では、電力回路に高圧をかけることによって、位相間および位相とグランド間の電位差から抵抗を測定します。このテストの目的は、機器をいっさい損傷させずに地絡を検出することです。

絶縁抵抗試験では、ドライブと接続されているすべての機器を高電位に浮かせて、その間にグランドへの漏洩電流を測定します。ドライブを浮かせることで、ドライブの正常運転に必要なすべての接地パスが一時的に断路されます。

注意

安全に関するガイドラインに従わないと、重大な傷害や死亡事故につながる恐れがあります。

PowerFlex 7000A に絶縁抵抗試験を実施する手順を以下に示します。この手順に従わないと正しい計測値が得られなかったり、ドライブの制御基板が破損したりする恐れがあります。

## C.2.1 必要な機材

- トルクレンチと 7/16 インチソケット
- プラスドライバー
- 2500/5000 V メガー

## C.2.2 手順

**1. ドライブシステムを高圧から絶縁し、切り離します。**

外部電源とのすべての接続を遮断します。高圧電源は絶縁して切り離し、すべての制御電源を該当する回路ブレーカでオフにしてください。

電源が遮断されており、ドライブ内に制御電力が存在しないことを、電位計を使って確認します。

**2. 電力回路をシステムの接地から絶縁します(ドライブを浮かせます)。**

ドライブ内の次のコンポーネントから接地線を取り外す必要があります(具体的な取外し位置は、機器に付属の展開接続図を参照してください)。

- 電圧検出基板(VSB)
- 出力接地回路(OGN)

電圧検出基板

ドライブ内のすべての VSB から、接地接続をすべて取り外します。この作業は接地母線では行なわず、VSB 上のネジ端子で行なってください。各 VSB には「GND 1」、「GND 2」とラベルが付けられた 2 つの接地端子があります。

注： 必ず接地母線ではなく、基板上の端子で取り外してください。接地ケーブルの定格は 600 Vであるため、接地ケーブルに高圧を印加すると、ケーブルの絶縁が劣化します。白色の高圧線はVSBから取り外さないでください。この電線はテストの対象に含まれます。

ドライブ内の VSB 数は、ドライブの構成によって異なります。

出力接地回路

ドライブ内に OGN が装備されている場合は、OGN から接地接続を取り外します。接地ケーブルの定格は 600 V であるため、この接続は接地母線ではなく、必ず OGN のコンデンサから取り外してください。

注： 絶縁抵抗試験中に接地ケーブルに高圧を印加すると、ケーブルの絶縁が劣化します。

**3.** **電力回路と低圧制御部間の接続を遮断します。**

電圧検出基板

低圧制御部と電力回路間の接続を遮断するには、リボンケーブルのコネクタを取り外します。リボンケーブルは VSB 上の「J1」、「J2」、「J3」というマークの付けたコネクタに接続され、信号調整基板(SCB)で終端されます。VSB に接続されている各リボンケーブルには、工場で識別用のマークが付けられています。ケーブルとコネクタのマークが一致していることを確認し、リボンケーブルを取り外して VSB から離します。リボンケーブルを VSB から取り外さないと、高電位が SCB 経由で低圧制御部に印加され、これらの基板が直ちに破損します。

注： VSBのリボンケーブルの絶縁は、絶縁抵抗試験で印加される電位に耐えられるように設計されていません。リボンケーブルに高電位がかからないように、必ずSCBではなくVSBでリボンケーブルを取り外してください。

計器用変圧器のヒューズ

絶縁抵抗試験で印加される電圧は、計器用変圧器のヒューズの定格を超える可能性があります。システム内のすべての計器用変圧器と制御電力変圧器から一次ヒューズを取り外せば、それらの変圧器の損傷が回避され、電力回路からドライブ制御部に至る経路も取り除くことができます。

過渡電圧抑制ネットワーク

TSN には、通常運転で高エネルギサージを大地に逃がすための接地接続があります。この接地接続が絶縁されていないと、この経路を経由する高い漏洩電流が絶縁抵抗試験で計測され、ドライブ内に問題があることを示す誤った結果が得られます。この接地経路を絶縁するには、TSN のすべてのヒューズを、絶縁抵抗試験の前に取り外しておく必要があります。

**4.** ドライブの絶縁抵抗試験

**注**：絶縁抵抗試験を開始する前に、ドライブと接続されているすべての機器に、作業者や工具が接触していないことを確認します。導体の開放端や露出部はすべて塞ぐようにします。テストを開始する前に、ドライブ全体を目視で検査してください。

ドライブの電源側と電動機側の 3 相は、すべて DC リアクトルとスナバ回路を介して接続されています。したがって、ドライブの絶縁抵抗試験に必要となるのは、いずれか 1 つの入力端子または出力端子とグランド間で測定を行なうことだけです。

**注**：メガーを機器から取り外す前に、完全に放電させてください。

使用するモデル用の指示に従って、メガーをドライブに接続します。メガーに低圧設定(通常は 500V または 1000V)がある場合は、高圧を印加する前に 5 秒間低圧を印加します。これによって、取り除き忘れた接地接続があっても、ドライブへの悪影響は限定されます。計測値が非常に高い場合は、ドライブのいずれかの入力端子または出力端子からグランドに 5 kV の電圧を落としてください。絶縁抵抗試験を 5 kV で 1 分間実施し、その結果を記録します。

テストの計測値は、以下の表に示す最小値より大きくなるはずです。これらの値を下回っている場合は、ドライブシステムを分解してコンポーネント単位に分け、各コンポーネントでテストを繰り返して地絡の原因を特定します。コンポーネント単位に分けるときには、DC リアクトル上の適切なケーブルを取り外して、ドライブの電源側を電動機側から切り離します。

DC リアクトルをドライブから完全に切り離す必要がある場合は、DC リアクトルの 4 つの電力ケーブル接続をすべて取り外します。電気コンポーネントは必ず、グランドから電気的に絶縁された状態でテストしてください。予想される値より計測値が低くなるコンポーネントとしては、電動機端子のサージコンデンサや、ドライブの出力の電動機フィルタコンデンサが考えられます。地絡の原因を切り分けて特定するには、電気コンポーネントの系統的なセグメントに沿って絶縁抵抗試験を実施する必要があります。

| ドライブのタイプ | メガーの最小値 |
|---|---|
| 水冷ドライブ | 200 MΩ |
| 空冷ドライブ | 1k MΩ |
| 入出力コンデンサを取り外したドライブ | 5k MΩ |
| 絶縁変圧器 | 5k MΩ |
| 電動機 | 5k MΩ |

**注**： 電動機側のフィルタコンデンサと電源側のフィルタコンデンサ(一部のドライブにはありません)は、絶縁抵抗試験の計測値が予想される値より低くなることがあります。これらのコンデンサは、溜まった電気をグランドに逃がすための放電レジスタを内蔵しています。絶縁抵抗試験の結果が不確かな場合は、出力コンデンサの接続を取り外してください。

**注**： 湿気やインシュレータへの汚れの蓄積も、トラッキングによってグランドへの漏電を引き起こすことがあります。絶縁抵抗試験を実施する前に、ドライブの汚れを清掃してください。

**5.** 電力回路と低圧制御部を再接続します。

「J1」、「J2」、「J3」の各リボンケーブルを、すべて VSB に再接続します。ケーブルは正しいコネクタに接続してください。フィードバックケーブルの接続が正しくないと、ドライブに重大な障害を与える恐れがあります。

**6.** 電力回路をシステムの接地に再接続します。

電圧検出基板

2 本の接地線を VSB 上にしっかりと再接続します。

VSB 上の 2 つの接地接続は、VSB で低圧信号を SCB に伝送するための基準点になります。接地接続がないと、モニタされた低圧信号が蓄積され、極めて危険な高圧電位まで上昇する可能性があります。このような事態は絶対に回避しなければなりません。ドライブに高電圧をかける前に、VSB の接地線がしっかりと接続されていることを必ず確認してください。

注意

VSB に 2 本の接地線をどちらも接続しないと、ドライブ内の低圧制御盤の電位が上昇し、ドライブの制御部に障害を与えたり、作業者の傷害や死亡事故の原因になる恐れがあります。

出力接地回路

OGN コンデンサに接地線を再接続します。接続ボルトの締付けトルクは 30 Nm (22 lb-ft)です。トルクで過剰に締め付けると、コンデンサが破損する可能性があります。

注意

OGN を正しく接地しないと、中性電圧のオフセットが電動機のケーブルと固定子にかかり、機器の破損につながる恐れがあります。OGN を接続(または装備)していないドライブでは、この問題は発生しません。.

過渡電圧抑制ネットワーク

TSN にヒューズを再装着します。

## 当社のサポートサービス

ロックウェル・オートメーションは、製品の使用を支援するための技術情報をWeb から提供しています。http://support.rockwellautomation.com では、技術資料、知識ベースのFAQ、テクニカルノートやアプリケーションノート、サンプルコードやソフトウェア・サービス・パックへのリンク、およびこれらのツールを最大限活用するようにカスタマイズできるMySupport 機能を探すことができます。

設置、構成、およびトラブルシューティングのさらなるテクニカル電話サポートのために、TechConnect Support programs を提供しています。詳細は、代理店またはロックウェル・オートメーションの支店に問い合わせるか、またはhttp://support.rockwellautomation.com をご覧ください。

### 設置支援

設置から 24 時間以内にハードウェアモジュールに問題が発生した場合は、まず本書に記載された情報を検討してください。また、モジュールの起動と動作を初期支援する特別なカスタマサポート番号に連絡することもできます。

| | |
|---|---|
| 米国 | 1.440.646.3223<br>月曜日～金曜日、午前 8 時～午後 5 時(東部標準時間) |
| 米国以外 | テクニカルサポートに関しては、最寄りのロックウェル・オートメーションの代理店にご連絡ください。 |

### 製品の返品

ロックウェル・オートメーションでは、製造工場から出荷されるときに製品について完全に動作することをテストしていますが、製品が機能しない場合に返品する必要があるときには、以下のように手続きを行なってください。

| | |
|---|---|
| 米国 | 代理店に連絡してください。返品手続きを行なうには、代理店にカスタマサポートのケース番号を知らせる必要があります( ケース番号は上記の電話番号に問い合わせる)。 |
| 米国以外 | 返品手続きについては、地域のロックウェル・オートメーションの支店にお問い合わせください。 |

www.rockwellautomation.com

Power, Control and Information Solutions Headquarters

Americas: Rockwell Automation, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204-2496 USA, Tel: (1) 414.382.2000, Fax: (1) 414.382.4444
Europe/Middle East/Africa: Rockwell Automation, Vorstlaan/Boulevard du Souverain 36, 1170 Brussels, Belgium, Tel: (32) 2 663 0600, Fax: (32) 2 663 0640
Asia Pacific: Rockwell Automation, Level 14, Core F, Cyberport 3, 100 Cyberport Road, Hong Kong, Tel: (852) 2887 4788, Fax: (852) 2508 1846

Publication 7000-UM151A-JA-P June 2013